

Egzaminui rengiuosi **pats!**

Jolanta Martinionienė, Laima Lapinskaitė, Pranė Stankevičienė

Ar moki

BIOLOGIJA,



BIOLOGIJA



UDK 57(075.3)
Ma514

Pirmasis leidimas 2003

ISBN 5-430-03639-0

© Jolanta Martinionienė, 2003
© Laima Lapinskaitė, 2003
© Pranė Stankevičienė, 2003
© Leidykla „Šviesa“, 2003

TURINYS

LĄSTELĖ — ORGANIZMO STRUKTŪRINIS IR FUNKCINIS ELEMENTAS. AUDINIAI

Gyvųjų organizmų cheminė sudėtis	5
Ląstelės sandara ir funkcijos	13
Audiniai	32

PAGRINDINĖS ORGANIZMO FUNKCIJOS

Medžiagų ir energijos apykaita	37
Medžiagų pernaša ir šalinimas	45
Judėjimas	59
Dauginimasis ir individualus vystymasis	63
Organizmo veiklos reguliavimas ir orientavimasis aplinkoje	80

ORGANIZMŲ GENETIKA, EVOLIUCIJA IR ĮVAIROVĖ

Genetinė informacija ląstelėje ir jos realizavimas	93
Paveldimumas ir kintamumas	100
Organizmų sisteminis giminingumas ir įvairovė	117

ORGANIZMAS IR APLINKA

Ekosistemos ir biosfera	140
Populiacijos	151
Žmogaus ekologija ir aplinkosauga	157

Mieli mokiniai,

Esame įsitikinę, kad per biologijos pamokas įgijote tvirtų žinių bei gebėjimų, reikalingų laikant biologijos mokyklinį ar valstybinį egzaminą. Tačiau žinodami, kokia gausi yra biologijos dalyko mokomoji medžiaga, siūlome pasinaudoti šiuo leidiniu. Jis skiriamas mokiniams, kurie ruošiasi valstybiniam ir mokykliniam biologijos egzaminui, ir padės greitai prisiminti, susisteminti ir apibendrinti biologijos dalyko žinias. Leidinys parengtas pagal Nacionalinio egzaminų centro biologijos brandos egzamino programą. Ši knyga nepakeičia vadovėlių, bet joje rasite glaustą konspektą medžiagos apie ląstelės sandarą, cheminę sudėtį, pagrindines organizmų funkcijas, jų genetiką, evoliuciją, įvairovę bei ryšius su aplinka.

Linkime sėkmės!

LĄSTELĖ — ORGANIZMO STRUKTŪRINIS IR FUNKCINIS ELEMENTAS. AUDINIAI

GYVŲJŲ ORGANIZMŲ CHEMINĖ SUDĖTIS

Ląstelės cheminiai elementai ir jų reikšmė

Ląstelėje aptinkama daugybė cheminių elementų, randamų ir ne-gyvojoje gamtoje. Jie atlieka įvairias funkcijas.

C, H, N, O, P, S įeina į organinių junginių sudėtį ir sudaro didžiąją kiekvieno organizmo kūno masės dalį (apie 98 %). Angliavandenius su-daro C, H ir O, lipidus — C, H, O ir kai kuriuos P, N, baltymus — C, H, O, N ir S, o nukleorūgštis ir ATP — C, H, O, N ir P.

Fe — augalams — chlorofilo sintezės katalizatorius; gyvūnų organiz-me — baltymo hemoglobino sudedamoji dalis.

Ca — būtinas augalų jauniems audiniams augti, ypač šaknims; gyvūnų organizme — tai kaulų, dantų, kriauklių sandaros elementas, skatina krau-jo krešėjimą, svarbus nervų, raumenų, širdies darbui.

K — reikalingas ląstelių osmosiniam slėgiui ir vandens balansui pa-laikyti. Jis pagerina augalų krūmijimąsi, sėklų daigumą, derlingumą; gyvūnams skatina druskos išsiskyrimą iš organizmo, įtakoja nervinių im-pulsų perdavimą, raumenų susitraukimus, širdies ritmą.

Na — reikalingas ląstelių osmosiniam slėgiui ir membranų pralaidumui palaikyti, įtakoja vandens balansą organizme, reguliuoja kraujo pH, sti-muliuoja nervų veiklą.

Organinės medžiagos

Angliavandeniai

Pagal sandarą angliavandeniai skirstomi į monosacharidus, disa-charidus ir polisacharidus.

Monosacharidai yra paprastieji cukrūs. Gamtoje labiausiai paplitę šie monosacharidai: ribozė, deoksiribozė, gliukozė, fruktozė, galaktozė. Ribozė ir deoksiribozė įeina į nukleorūgščių bei ATP sudėtį. Gliukozės ir fruktozės aptinkama meduje, vaisiuose. Gliukozės visada esti gyvūnų kraujyje, o galaktozės — žinduolių piene.

Disacharidai sudaryti iš dviejų sujungtų monomerų — monosacharidų. Tai laktozė (sudaryta iš gliukozės ir galaktozės), maltozė (sudaryta iš dviejų gliukozės molekulių), sacharozė (sudaryta iš gliukozės ir fruktozės). Laktozės randama piene, sacharozės gausu cukriniuose runkeliuose, cukranendrėse. Maltozė susidaro virškinant krakmolą.

Polisacharidai sudaryti iš daugelio sujungtų monosacharido gliukozės molekulių. Tai glikogenas, krakmolos, celiuliozė, chitinas. Krakmolos ir celiuliozės yra augalų, o glikogenas bei chitinas — gyvūnų ir grybų polisacharidai. Celiuliozės gausu linuose, kanapėse, medvilnėje, medienoje, o krakmolo daugiausiai sukaupia bulvių stiebagumbiai, javų grūdai. Krakmolą nesudėtinga aptikti. Užlašinus spiritinio jodo tirpalo ant produkto, kuriame yra krakmolo, šis pamėlynuoja. Stuburinių gyvūnų organizmuose glikogeno aptinkama kepenyse ir raumenyse. Chitinas sudaro vėžiagyvių, vabzdžių išorinį skeletą.

Angliavandenių biologinė reikšmė

- Angliavandeniai yra greitai naudojamas organizmų energijos šaltinis. Pavyzdžiui, gliukozės visada yra gyvūnų kraujyje. Ji dalyvauja kvėpavimo procesuose ir teikia organizmui energijos. Kai kurie polisacharidai kaupiami kaip energijos atsargos ir atlieka rezervinę funkciją. Augalų ląstelės kaupia krakmolą, o gyvūnų ir grybų ląstelės — glikogeną.
- Kai kurie polisacharidai gali būti kaip statybinė medžiaga ir atlikti struktūrinę funkciją, pavyzdžiui, tvirtos augalų ląstelių sienelės sudarytos iš celiuliozės; vėžiagyvių išorinis skeletas — iš chitino ir pan.

Lipidai

Tai riebalai ar į riebalus panašios polimerinės organinės medžiagos, sunkiai tirpstančios arba visai netirpstančios vandenyje. Pagal sandarą lipidai skirstomi į grupes: riebalai, vaškai, fosfolipidai ir steroidai.

Riebalai (trigliceridai) sudaryti iš glicerolio ir trijų riebalų rūgščių molekulių. Riebalai esti gyvuliniai (sudaryti iš glicerolio ir sočiųjų riebalų rūgščių) ir augaliniai (sudaryti iš glicerolio ir nesočiųjų riebalų rūgščių).

Kambario temperatūroje augaliniai riebalai yra skysti (aliejai), o gyvuliniai — kieti (taukai, sviestas, lajus).

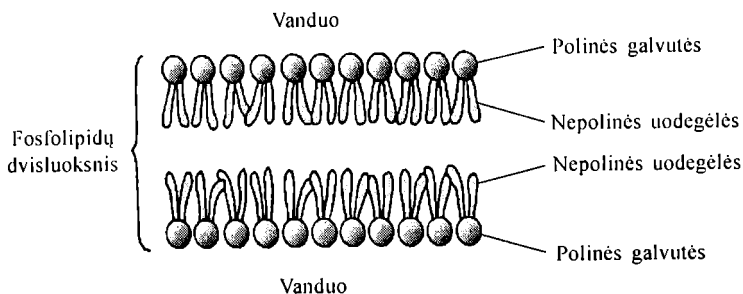
Riebalų biologinė reikšmė

- Energijos šaltinis (suskaidžius 1 g riebalų išsiskiria dvigubai daugiau energijos, negu suskaidžius 1 g angliavandenių).
- Riebalai yra atsarginės maisto medžiagos, jeigu reikia, galinčios suteikti energijos (žmogaus ir gyvūnų organizme riebalai kaupiasi poodyje, riebaliniame audinyje; augalų sėklose sukaupiti riebalai yra energijos šaltinis, kol daigas pradeda savarankiškai maitintis).
- Riebalai atlieka apsaugines funkcijas (poodinis gyvūnų riebalų sluoksnis saugo nuo mechaninio sužalojimo ir šalčio, odos bei kai kurių liaukų išskiriami riebalai — odą, plaukus, plunksnas nuo drėgmės).

Vaškai sudaryti iš riebalų rūgščių ir alkoholio molekulių. Kambario temperatūroje yra kieti. Aptinkami ant augalų lapų — neleidžia per greitai garuoti vandeniui, dengia kai kurių augalų vaisius ir saugo nuo puvimo. Gyvūnai vaškus gamina kailio, odos apsaugai. Bitės iš vaško lipdo korius. Žmogaus išorinės ausies kanale gaminamas vaškas sulaiko dulkes.

Fosfolipidai sudaryti iš dviejų riebalų rūgščių, glicerolio, fosfato grupės ir azoto turinčios grupės. Pastarieji trys sudaro galvutę, kuri yra hidrofilinė (polinė), o riebalų rūgštys — uodegėlė, kuri yra hidrofobinė (nepolinė).

Fosfolipidų reikšmė biologinėms membranoms susidaryti. Fosfolipidai yra ląstelių membranų pagrindas ir atlieka struktūrinę funkciją. Membranoje fosfolipidų molekulės savaime išsidėsto dviem sluoksniais: hidrofilinės galvutės nukreiptos į ląstelės vidaus ir išorės skystčius, o hidrofobinės uodegėlės — į membranos vidų ir atsuktos vienos į kitas. Fosfolipidų dvisluoksnyje išsidėsto kitos biologinės membranas sudarančios medžiagos.

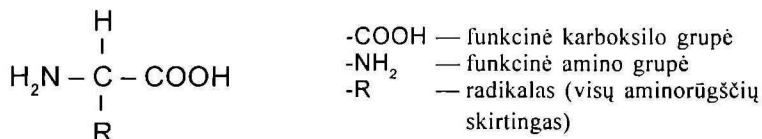


1 pav. Fosfolipidų dvisluoksnis plazminėje membranoje

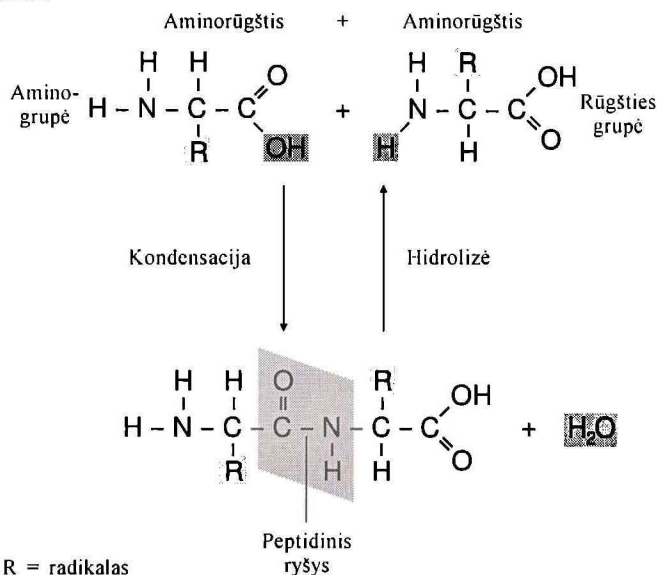
Fosfolipidų hidrofilinių galvūčių ir hidrofobinių uodegėlių išsidėstymas ląstelių membranose lemia medžiagų laidumą. Dėl hidrofobinių savybių membranos nepraleidžia arba blogai praleidžia vandenyje tirpias medžiagas, bet lengvai praleidžia hidrofobines.

Baltymai

Tai polimerinės medžiagos (polipeptidai), sudarytos iš monomerų — **aminorūgščių**. Ląstelės dažniausiai turi 20 skirtingų aminorūgščių. Aminorūgšties molekulės sandara:



Baltymo molekulėje aminorūgštys sudaro kovalentinius ryšius. Ryšys susidaro tarp karboksilo grupės vienoje aminorūgšties molekulėje ir aminogrupės — kitoje, atsikylant vandens molekulei. Jis vadinamas **peptidiniu ryšiu**.



2 pav. Peptidinio ryšio susidarymas

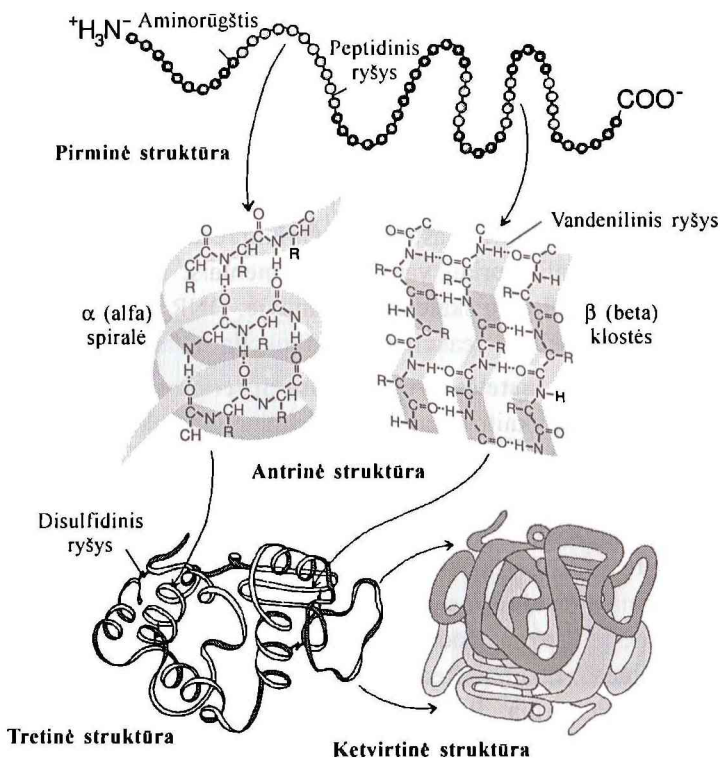
Baltymų struktūros lygmenys. Baltymų savybės priklauso nuo baltymo molekulės erdvinės struktūros. Žinomi 4 baltymo molekulės erdvinės struktūros lygmenys.

Pirminė struktūra — aminorūgščių, sujungtų kovalentiniais (peptidiniais) ryšiais, seka.

Antrinė struktūra susidaro, kai polipeptido grandinė susirango į α spiralę ar β klostes ir užima erdvėje tam tikrą padėtį. Šią struktūrą palaiko vandeniliniai ryšiai tarp aminorūgščių, išsidėsčiusių polipeptido grandinėje. Tretinė struktūra susidaro, kai polipeptidinė spiralė susiraito įvairiomis konfigūracijomis. Ją palaiko vandeniliniai, joniniai, kovalentiniai (S-S) ryšiai, hidrofobinės R grupių sąveikos.

Ketvirtinė struktūra susidaro susijungus kelioms baltymų makromolekulėms į kompleksą. Ją palaiko vandeniliniai ir joniniai ryšiai tarp makromolekulių.

Kiekvienas baltymas turi pirminę, antrinę ir tretinę struktūrą, o kai kurie — ir ketvirtinę, pavyzdžiui, kraujo baltymas hemoglobinas sudarytas iš 4 makromolekulių.



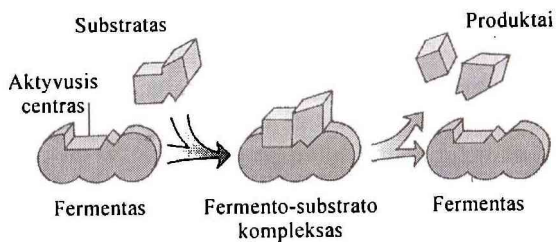
3 pav. Baltymų struktūros lygmenys

Baltymų denatūracija — tai natūralios baltymo struktūros pažeidimas. Ją gali sukelti temperatūros, pH pokyčiai ir kiti fiziniai ar cheminiai veiksniai. Dėl jų poveikio dalis ryšių nutrūksta, ir baltymo struktūra bei savybės pakinta. Pavyzdžiui, kaitinamas kiaušinio baltymas pabąla ir sukietėja, pienas dėl rūgšties poveikio sutraukiamas. Baltymui denatūruojantis, pirmiausia suyra ketvirtinė, vėliau — tretinė ir antrinė struktūra. Jis negali normaliai funkcionuoti. Denatūracija gali būti grįžtamas procesas (renatūracija). Pašalinus denatūraciją sukėlusį veiksnį, baltymo molekulė kai kada gali atgauti buvusią struktūrą bei biologinį aktyvumą.

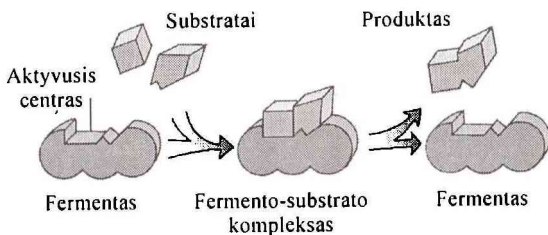
Baltymų vaidmuo organizme. Baltymai atlieka įvairias funkcijas.

- **Struktūrinė funkcija.** Kolagenas yra jungiamojo audinio, tarpląstelinės medžiagos, sausgyslių ir kremzlių sudedamoji dalis. Keratinas — odos, nagų, plaukų, plunksnų pagrindas.
- **Apsauginė funkcija.** Kraujo baltymas fibrinogenas dalyvauja kraujo krešėjimo procese ir apsaugo organizmą nuo nukraujavimo. Patekus į organizmą svetimų medžiagų, susidaro specialūs imuniniai baltymai antikūnai ir jas neutralizuoja.
- **Medžiagų pernašos funkcija.** Baltymas hemoglobinas transportuoja deguonį stuburinių kraujyje.
- **Katalizinė funkcija.** Ląstelėse cheminių reakcijų eigą spartina baltyminiai katalizatoriai, vadinami fermentais. Fermentas pepsinas katalizuoja baltymų skaidymą skrandyje, DNR polimerazė greitina DNR dvigubėjimo reakcijas. Šią funkciją aptarsime plačiau.

Fermentų vaidmuo ląstelės gyvybiniuose procesuose. Ląstelėse vyksta įvairios medžiagų apykaitos reakcijos. Medžiagų molekulės dažnai viena su kita nereaguoja, kol nėra tam tikru būdu aktyvuotos. Fermentai spartina cheminių reakcijų eigą, mažindami aktyvacijos energiją. Fermentinėse reakcijose dalyvaujančios pradinės medžiagos vadinamos to **fermento substratais**. Su substratu sudaro kompleksą nedidelę fermento dalis, vadinama **aktyviuoju centru**. Substratas atitinka fermento aktyvųjį centrą kaip raktas spyną. Todėl fermentai yra specifiški, t. y. gali katalizuoti tik vieną reakciją. Reakcijai įvykti padeda tai, jog pasikeičia aktyviojo centro forma. Pasibaigus reakcijai, nuo fermento atsiskiria reakcijos produktai, o aktyvusis centras grįžta į pradinę būseną ir gali prisijungti kitą substrato molekulę.



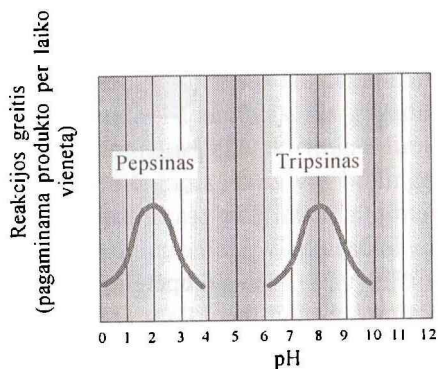
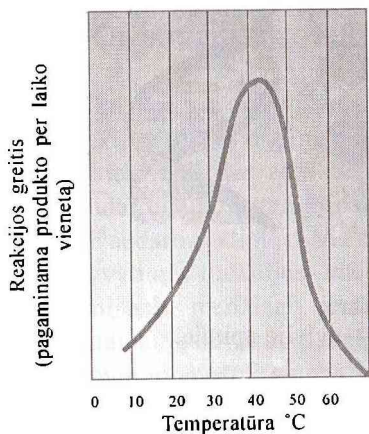
a



b

4 pav. Fermento veikimas:
a — skaidymo reakcija, *b* — sintezės reakcija

Fermentinių reakcijų greitis priklauso nuo aplinkos sąlygų: temperatūros, pH.



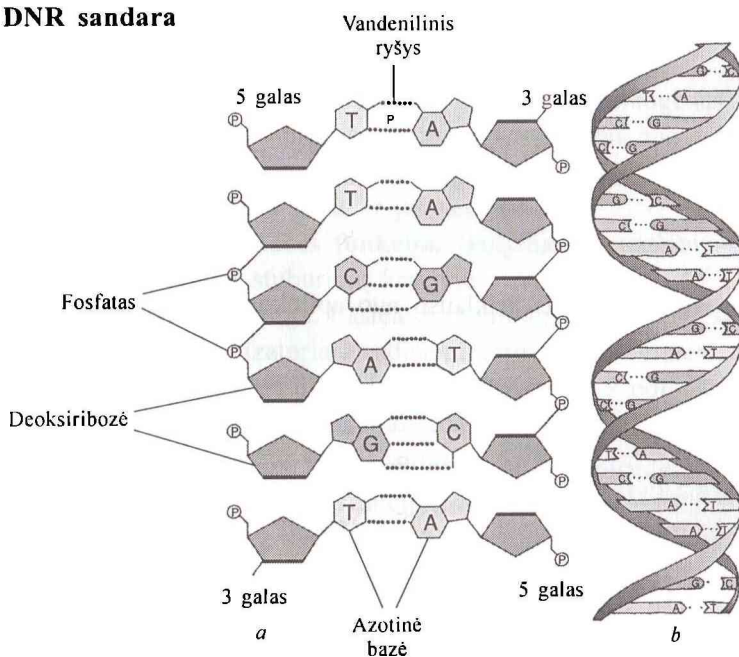
5 pav. Fermentinės reakcijos greičio priklausomybė nuo temperatūros ir pH

Temperatūrai kylant, fermento aktyvumas didėja. Peržengus tam tikrą ribą, pradeda mažėti, nes fermentas denatūruojamas. Kadangi pakinta jo erdvinė struktūra ir aktyviojo centro konfigūracija, fermentas negali prisijungti substrato molekulių. Panašiai fermento aktyvumą veikia ir pH pokyčiai. Kiekvienam fermentui būdinga optimali t° ir pH, kai reakcijos greitis didžiausias.

Nukleorūgštys

Yra 2 nukleorūgštys: deoksiribonukleorūgštis (DNR) ir ribonukleorūgštis (RNR). Tai polimerinės medžiagos. Monomeras vadinamas nukleotidu.

DNR sandara



6 pav. DNR sandara:
a — kopėtėlių struktūra, b — dvivijė spiralė

Nukleotido sandara: fosfatas (fosforo rūgštis), angliavandenis deoksiribozė, azoto turinti bazė, kurių yra 4 rūšys: adeninas (A), guaninas (G), citozinas (C), timinas (T). Taigi ir nukleotidų yra 4 rūšių. DNR molekulę sudaro dvi polinukleotidinės grandinės, susisukusios spirale. Nukleotidai

jungiasi į vieną polinukleotidinę grandinę kovalentiniais ryšiais, dalyvaujant gretimų nukleotidų fosfatui ir deoksiribozei. Dvi polinukleotidinės grandinės tarpusavyje jungiasi vandeniliniais ryšiais tarp komplementarių azotinių bazių. Visada jungiasi: A + T ir G + C. Tarp adenino ir timino susidaro 2 vandeniliniai ryšiai, o tarp guanino ir citozino — 3. **RNR sandara.** RNR sandara skiriasi nuo DNR. Ji sudaryta iš monomerų nukleotidų, susijungusių ne į dvi, o į vieną polinukleotidinę grandinę. Grandinė nesusiveja spirale. Nukleotido sudėtyje vietoj angliavandensio deoksiribozės yra ribozė, o vietoj azotinės bazės timino (T) — uracilas (U).

DNR ir RNR biologinė reikšmė

- DNR yra genetinė medžiaga, kurioje saugoma paveldimoji informacija apie pačios DNR sintezę (replikaciją) ir apie aminorūgščių seką baltymuose.
- RNR dalyvauja baltymų sintezėje. Ji yra trijų tipų, kurie skiriasi sandara ir atliekamomis funkcijomis:
 - ♦ *informacinė* RNR (iRNR) kopijuoja DNR sandarą ir „išneša“ informaciją apie baltymo struktūrą iš ląstelės branduolio į ribosomas (baltymo sintezės vietą);
 - ♦ *ribosominė* RNR (rRNR) sudaro ribosomas, sintetinančias baltymą iš aminorūgščių;
 - ♦ *transportinė* RNR (tRNR) transportuoja aminorūgštis į ribosomas.

LĄSTELĖS SANDARA IR FUNKCIJOS

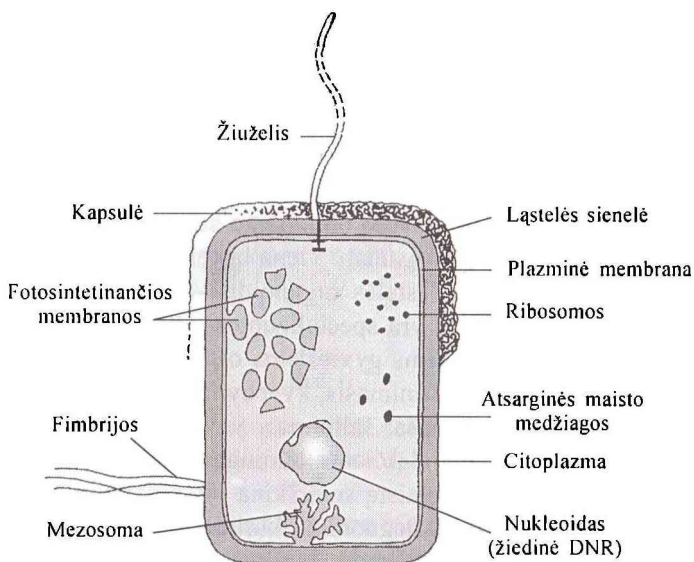
Organizmų ląstelinė sandara ir gyvybinė veikla

Ląstelė yra kiekvieno gyvojo organizmo sandaros pagrindinis vietas. Vienaląsčius organizmus sudaro viena ląstelė. Visas šio organizmo gyvybinės funkcijas atlieka ląstelės organoidai. Daugialąsčius organizmus sudaro daug ląstelių, jos yra specializuotos, atlieka skirtingas funkcijas ir sudaro audinius. Visiems gyviesiems organizmams yra būdingos šios gyvybinės funkcijos: maitinimasis, kvėpavimas, judėjimas, augimas, dauginimasis, medžiagų pernaša, šalinimas, jautrumas. Vienaląsčiai organizmai atlieka visas daugialąsčiams būdingas funkcijas. Pavyzdžiui, vandenyje gyvenanti ameba maistą suvirškina virškinamojoje vakuolėje, kvėpuoja vandenyje ištirpusiu deguonimi, kurį paima visu kūno paviršiumi, kenksmingąsias medžiagas šalina visu ląstelės paviršiumi ir per pulsuojančiąją vakuolę, juda pseudopodijomis, užaugusi dauginasi dalydamasi į dvi dalis.

Eukariotinių ir prokariotinių ląstelių skirtumai

Pagal sandarą skiriami du ląstelių organizacijos lygiai: prokariotinės (bebranduolės) ir eukariotinės (branduolinės). Prokariotinės yra bakterijos ir melsvabakterės, priklausančios monerų karalystei. Eukariotinės ląstelės sudaro augalų, gyvūnų ir grybų organizmus.

Prokariotinės ląstelės sandara. Branduolio atitikmuo yra nukleoidas, kur išsidėsto paveldimos informacijos „nešėja“ DNR. Bakterijas dengia tvirta sienelė, sauganti nuo mechaninių pažeidimų. Kai kurios turi gleivines kapsules, atliekančias apsauginę funkciją ir dalyvaujančias sudarant kolonijas. Plazminė membrana gaubia citoplazmą, reguliuoja medžiagų mainus. Plazminės membranos įlinkiai — tai mezosomos, kurios svarbios DNR replikacijai, dalijimuisi ir kaupia fermentus, atlieka kvėpavimo funkciją. Gali turėti žiuželius, atliekančius judėjimo funkciją, ir fimbrijas, kuriomis bakterijos prilimpa prie aplinkos daiktų. Citoplazma sudaryta iš pusiau skystos terpės citozolio, kuris jungia organoidus, vykdo medžiagų apykaitą. Bakterijose randama ir plazmidžių — tai mažos žiedo

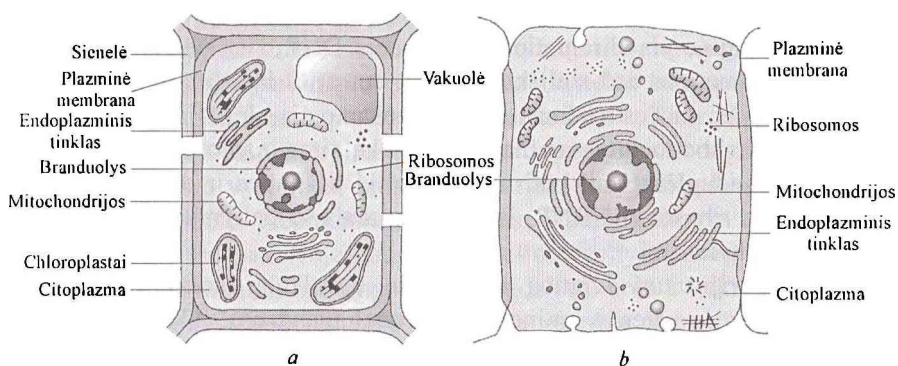


7 pav. Prokariotinės ląstelės sandara

formos pagalbinės DNR molekulės. Yra daug ribosomų, sintetinančių baltymus, bei intarpų, kuriuose kaupiasi atsarginės maisto medžiagos. Prokariotinėse ląstelėse organoidų mažai, nėra endoplazminio tinklo, Goldžio aparato, vakuolių, lizosomų, mitochondrijų, plastidžių. Dvigubos membranos nėra vienas organoidas neturi. Šio tipo ląstelės audinių nesudaro.

Eukariotinėse ląstelėse organoidų yra daug, viengubą membraną turi endoplazminis tinklas, lizosomos, Goldžio aparatas, vakuolės, o mitochondrijos ir plastidės yra organoidai, turintys dvigubą membraną.

Eukariotinių ląstelių sandara. Eukariotinėse ląstelėse yra struktūrų, turinčių būdingą sandarą ir atliekančių tam tikras funkcijas. Jos vadinamos organoidais.



8 pav. Ląstelės:
a — augalinė, b — gyvūninė

Ląstelės gaubia plazminė membrana. Ją sudaro fosfolipidų dvisluoksnis, o į šį įsiterpusios baltymo molekulės. Fosfolipidų sluoksnis kūno temperatūroje yra aliejaus konsistencijos. Todėl plazminės membranos modelis dar vadinamas skystamozaiškės membranų sandaros modeliu. Baltymai membranoje yra išsidėstę netaisyklingai. Jie kiaurai perveria fosfolipidų dvisluoksnį. Mozaikinę membranos sandarą lemia baltymai, kurių išsidėstymas, struktūra ir funkcijos gali kisti. Plazminė membrana atskiria citoplazmos turinį nuo kitos ląstelės ar išorės ir reguliuoja molekulių srautus į ląstelę ir iš jos.

Augalų ląstelės išorinis apvalkalo sluoksnis yra **sienelė**, kurią sudaro celiuliozinės skaidulos, o grybų — chitinas. Sienelės suteikia ląstelėms būdingą nekintamą formą, atlieka atramos, apsauginę, kontakto ir laidumo funkcijas.

Citoplazma — tai gyvasis ląstelės turinys. Ji sudaryta iš vandens ir jame ištirpusių organinių bei mineralinių medžiagų. Tai klampus skystis. Citoplazmai būdingas nuolatinis judėjimas. Joje vyksta visi medžiagų apykaitos procesai. Ji išraižyta filamentų ir mikrovamzdelių, kurie tarpusavyje susijungę sudaro citoskeletą. Citoplazmoje išsidėstę organoidai: mitochondrijos, chloroplastai, ribosomos, endoplazminis tinklas, lizosomos, vakuolės, branduolys. Citoskeletas kartu su citoplazma visus organoidus jungia į vieningą funkcionuojančią sistemą.

Branduolys yra centrinis ląstelės organoidas, kuriame saugoma ir dukterinėms ląstelėms perduodama genetinė informacija bei programuojama ląstelės atliekamų gyvybinių funkcijų tvarka. Jį sudaro apvalkalas, nukleoplazma, chromatinas ir branduolėliai. Apvalkalą sudaro dvi membranos. Jose yra porų, pro kurias į branduolį patenka baltymai, o iš jo ribosomų — subvienetai.

Nukleoplazmoje yra chromatino, kurį sudaro DNR, šiek tiek RNR ir baltymų. Chromatinas turi siūlišką sandarą, bet prieš ląstelių dalijimąsi susiveja į gijas, kurios vadinamos chromosomomis. Jose išsidėsto DNR nukleotidai, koduojantys aminorūgščių seką sintetinamo baltymo molekulėje. Branduolėlių gali būti nuo vieno iki dešimties ir daugiau. Juose sintetinama ribosominė RNR, kuriai jungiantis su baltymais susidaro ribosomų subvienetai.

Mitochondrijos turi dvigubą membraninį apvalkalą. Išorinė membrana yra lygi, pro ją patenka aminorūgščių, angliavandenių, ATP molekulės. Vidinė membrana sudaro raukšles, kurios vadinamos kristomis. Kristos padidina membranos paviršiaus plotą — to reikia aerobiniam viduląsteliniam kvėpavimui reikalingiems baltymams prisijungti. Mitochondrijų vidinę ertmę užpildo pusiau skysta terpė, vadinama matriksu. Jame yra DNR, ribosomų ir fermentų, kurie skaido angliavandenius, o išsiskyrusią energiją naudoja ATP sintezei. ATP yra universalus energijos šaltinis ląstelėje.

Augalų ląstelėse yra trijų tipų **plastidės**: žalios spalvos chloroplastai, raudoni, rausvi ar geltoni chromoplastai ir bespalviai leukoplastai. Chloroplastą dengia dviguba membrana. Vidinė ertmė vadinama stroma, o joje yra membranų sistema, vadinama tilakoidais. Kai kuriose vietose tilakoidai sudaro krūveles, vadinamas granomis, kuriose yra chlorofilo molekulės. Plastidėse esama DNR, RNR, ribosomų. Chlorofilas — tai žalias pigmentas, galintis sugerti saulės ir kitų šviesos šaltinių energiją. Chloroplastuose vyksta fotosintezė. Juose būna ir geltonų bei raudonų pigmentų, kurie pasidaro gerai matomi lapuose rudenį, kai suyra chlorofilas.

Ribosomos — tai maži kūneliai, išsidėstę ant endoplazminio tinklo, citoplazmoje, randami mitochondrijose, plastidėse. Jos būna pavienės arba sudaro grupes, vadinamas poliribosomomis. Kiekviena ribosoma sudaryta iš dviejų dalelių — subvienetų, o šie — iš skirtingų rRNR ir baltymų. Ribosomose sintetinami baltymai.

Endoplazminis tinklas yra viengubos membranos kanalėlių ir maišelių sistema. Ant tinklo dalies, esančios arčiau branduolio, yra ribosomų, todėl jis vadinamas šiurkščiuoju. Čia sintetinami baltymai, tada jie patenka į endoplazminio tinklo ertmę, o ten ruošiami ir modifikuojami. Ant tinklo dalies, labiau nutolusios nuo branduolio, ribosomų nėra, todėl jis vadinamas lygiuoju. Čia sintetinami fosfolipidai. Susintetintos medžiagos supakuojamos į pūsles ir transportuojamos į visas ląstelės dalis, bet dažniausiai plazminės membranos ir Goldžio aparato linkui.

Lizosomos — vienmembranės pūslelės. Jose būna daug įvairių virškinimo fermentų. Lizosomose skaidomos baltymų, riebalų, angliavandenių molekulės. Jos gali suvirškinti net savosios ląstelės funkcinį aktyvumą praradusias, nusenusias ir patologijos pažeistas dalis. Šis reiškinys vadinamas autolize. Taip ištirpinamos varlės buožgalvio uodegos ląstelės, žmogaus gemalo vystymosi laikotarpiu pirštus jungianti plėvė.

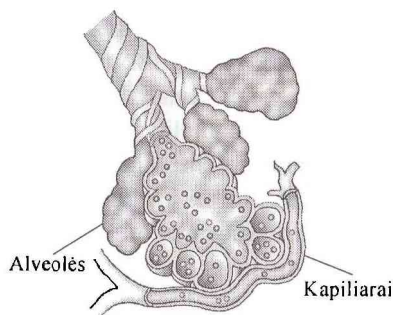
Vakuolė — didelis vienmembranis maišas. Stambiausia yra augalų ląstelės centrinė vakuolė. Joje kaupiasi ląstelinės sultys, atsarginės maisto medžiagos, pigmentai, nuodingos medžiagos. Vakuolė atlieka ir atramos iš ląstelės vidaus funkciją. Nuo vakuolėse esančių pigmentų priklauso augalų žiedų, o kartais ir lapų raudona, violetinė ir mėlyna spalva. Nuodingos vakuolėse esančios medžiagos apsaugo augalus nuo jais mintančių gyvūnų. Pirmuonių ląstelėse vakuolės atlieka tam tikras funkcijas — pulsuojančiosios šalina iš ląstelės vandens perteklių, reguliuoja osmosinį citoplazmos slėgį, virškinamosios — skaido maisto medžiagas.

Augalų ir gyvūnų ląstelių sandaros skirtumai

- *Ląstelės sienelė* — augalų ląstelių stora celiuliozinė, gyvūnų ląstelės neturi.
- *Plastidės* — augalų ląstelėse trijų tipų: chloroplastai, chromoplastai, leukoplastai, o gyvūnų ląstelėse nėra.
- *Vakuolės* — augalų ląstelėse yra stambi centrinė vakuolė, o gyvūnų ląstelės jos neturi.
- *Centriolė* — augalų ląstelėse nėra, o gyvūnų ląstelėse yra po dvi ir sudaro centrosomas.

Medžiagų pernaša ląstelėje

Ląstelių plazminė membrana yra pusiau laidė, ji leidžia prasiskverbti kai kurių medžiagų molekulėms. Mažos, lipiduose tirpios molekulės pro ją prasiskverbia lengviau, o makromolekulės ir jonai sunkiau. Plazminė membrana yra laikoma atrankiai laidžia. Medžiagų molekulės į ląstelės vidų ir iš jos pro plazminę membraną patenka pasyviosios arba aktyviosios pernašos būdu.



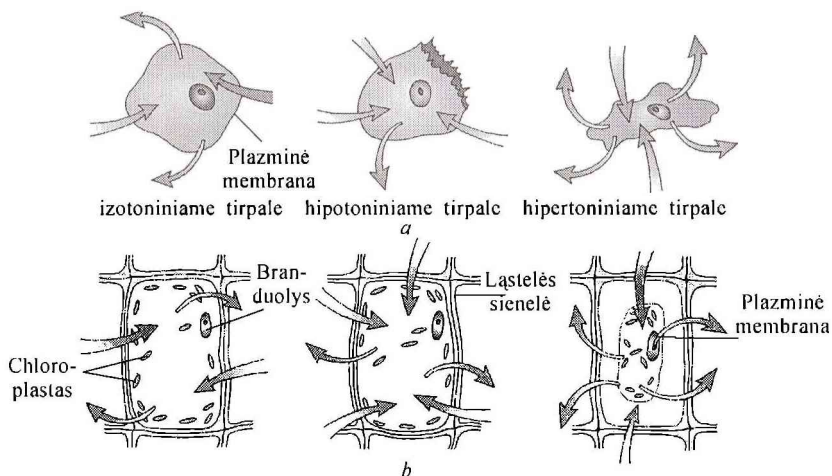
9 pav. Difuzija

Pasyviajai pernašai (difuzija, palengvintoji pernaša) energija nereikalinga. Aktyviosios pernašos būdu molekulės pro plazminę membraną perneša baltymas nešiklis didesnės jų koncentracijos link. Pernešamoms molekulėms sujungti su baltymu nešikliu reikalinga ATP energija ir fermentai. Tai aktyvioji pernaša, endocitozė, egzocitozė.

Difuzija — toks procesas, kai medžiagos molekulės skverbiasi iš didesnės koncentracijos vietų link mažesnės, pagal koncentracijos gradientą, kol pasiskirsto vienodai. Lipiduose tirpios molekulės ir dujos difunduoja pro plazminę membraną. Taip O_2 patenka iš plaučių alveolių į kapiliarus, vaistai iš kapsulės difunduoja į ligonio kūno ląsteles.

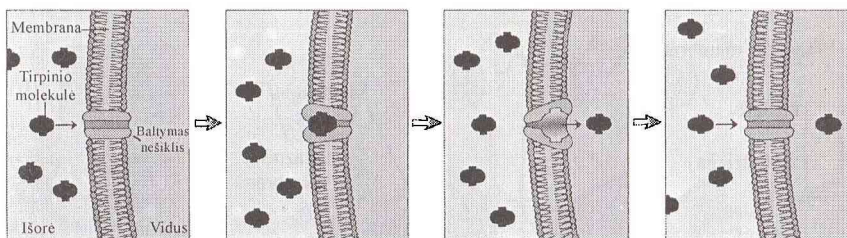
Osmos — H_2O molekulių difuzija pro atrankiai laidžią membraną į ląsteles, kur ištirpusių medžiagų koncentracija yra didesnė ir mažiau vandens. Osmosinis slėgis susidaro toje membranos pusėje, kur būna didesnė ištirpusių medžiagų koncentracija. Dviejų tirpalų osmosinių slėgių skirtumą atspindi toniškumas. Tirpalai gali būti izotoniniai, hipertoniniai ir hipotoniniai. Izotoninis tirpalas yra toks, kai abiejose membranos pusėse ištirpusių medžiagų koncentracija yra tokia pati ir vandens molekulių į abi puses pereina vienodas kiekis. 0,9 % valgomosios druskos tirpalas eritrocitams yra izotoninis, todėl jie šiame tirpale nei išpampsta, nei susitraukia. Hipotoninis tirpalas yra toks, kuriame tirpinio koncentracija mažesnė negu ląstelėje, todėl į ląstelę daugiau vandens molekulių įeina negu išeina. Tokiuose tirpaluose ląstelės išpampsta ir net susprogs. Išsipūsdamos ląstelės hipotoniniame tirpale sukelia turgorinį slėgį. Augalams šis slėgis padeda išsilaikyti statiems. Hipertoninis tirpalas yra toks, kuriame tirpinio koncentracija didesnė negu ląstelėje. Tokiuose tirpaluose ląstelės susitraukia ir susiraukšlėja, nes netenka vandens. Augalo ląstelę įdėję į hipertoninį tirpalą pro mikroskopą pastebėsime, kad citoplazma susitraukia ir netgi plazminė membrana atsitraukia nuo sienelės.

Tai plazmolizės reiškinys. Augalo ląstelės centrinė vakuolė neteko vandens. Tyrimui geriau tinka augalų audiniai, kurių ląstelių sultyse yra pigmento: raudonųjų svogūnų odelė, mėlynųjų kopūstų lapų pjūviai.



10 pav. Osmosis gyvūninėse (a) ir augalinėse (b) ląstelėse

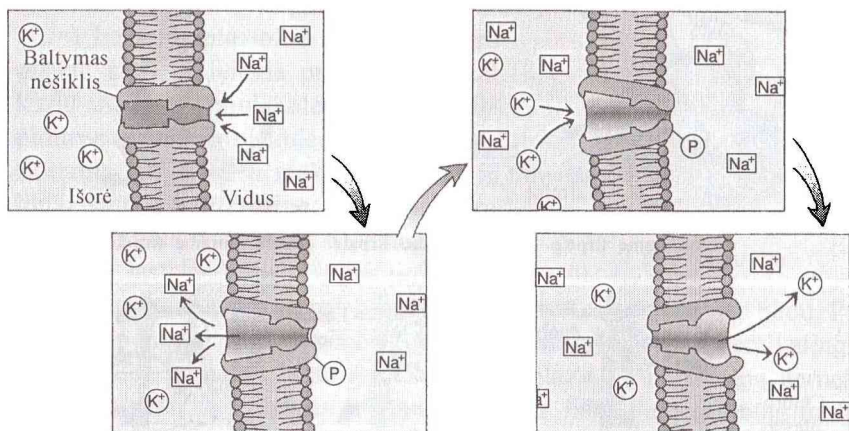
Palengvintosios pernašos atveju į ląstelę patenka lipiduose netirpios medžiagos. Jas pro plazminę membraną baltymas nešiklis perneša pagal koncentracijos gradientą, todėl jis nenaudoja energijos. Taip į ląstelę patenka aminorūgščių ir gliukozės molekulės.



11 pav. Palengvintoji pernaša

Aktyviosios pernašos atveju medžiagos juda didesnės koncentracijos link, todėl reikalingas baltymas nešiklis ir energija. Energija reikalinga nešiklio ir pernešamos medžiagos jungtims sudaryti. Pernešant dalyvaujantys baltymai vadinami siurbliais. Visoms ląstelėms būdingiausias natrio-kalio siurblys. Keičiasi baltymo nešiklio forma, todėl jis vienu atveju prisijungia natrio, o kitu — kalio jonus. Taip didesnės koncentracijos

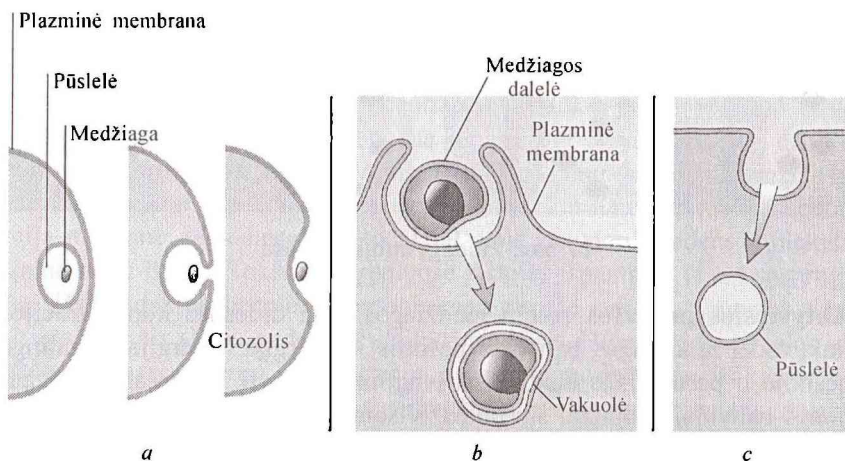
link juda aminorūgštys, jonai, jodo molekules skydliaukės ląstelėse, gliukozė žarnų epitelinėse ląstelėse.



12 pav. Natrio-kalio siurblys

Į ląstelę makromolekulės polisacharidai, polipeptidai, polinukleotidai patenka susiformavus membraninėms pūslelėms, nes jų negali pernešti baltymai nešikliai. Yra du šios pernašos tipai: egzocitozė ir endocitozė.

Egzocitozės būdu medžiagų molekulės išskiriamos iš ląstelės į išorę. Šalinamos medžiagos molekulės Goldžio aparate supakuojamos į pūsleles, šios susilieja su ląstelės plazmine membrana, ir molekulės patenka išorėn. Taip iš kasos ląstelių į kraują patenka insulinas.



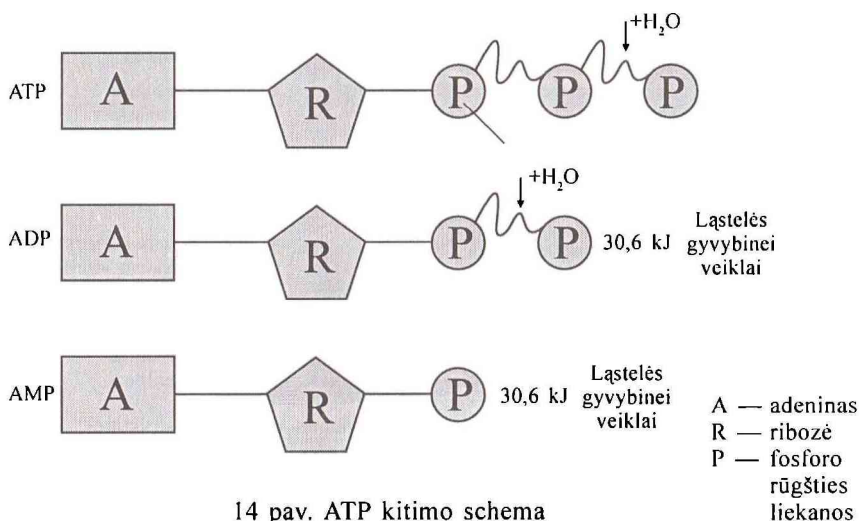
13 pav. Egzocitozė (a), fagocitozė (b), pinocitozė (c)

Endocitozė — tai yra medžiagų molekulių patekimas pro plazminę membraną į ląstelės vidų. Jos gali patekti fagocitozės, pinocitozės ir receptorinės endocitozės būdu. Vykstant fagocitozei, fagocituojamos (praryjamos) didelės molekulės ar net ląstelės. Fagocitozės būdu susidariusi pūslelė ląstelėje susilieja su lizosoma ir ištirpinama. Taip leukocitai sunaikina bakterijas arba amebos savo grobį.

Pinocitozė — tai skystųjų medžiagų gėrimas, kai membraninė pūslelė susidaro aplink skysčio lašelį, kuris nuskęsta ląstelės citoplazmoje. Šiuo būdu į ląstelę gali patekti ir mažos organinių medžiagų dalelės, kurias ištirpina citoplazmoje esantys fermentai. Taip medžiagas pasisavina kraujo ar augalų šaknų ląstelės.

ATP — ląstelės energetinė medžiaga

ATP (adenozintrifosfatas) — tai yra nukleotidas, sudarytas iš azotinės bazės adenino, monosacharido ribozės ir trijų fosforo rūgšties liekanų. ATP molekulė turi daug energijos, nes dvi galinės fosfatinės jungtys nėra tvirtos ir gali lengvai nutrūkti. Skylant fosforo liekana virsta fosforo rūgštimi, o ATP virsta ADP — adenoindifosfatu, skylant toliau, susidaro AMP — adenozinmonofosfatas. Vykstant šiam procesui, išsiskiria energija. Todėl fosfatinės jungtys yra vadinamos makroerginėmis (daug energijos turinčiomis) jungtimis ir žymimos banguotu brūkšneliu.

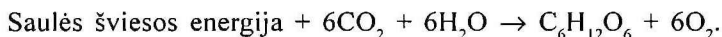


14 pav. ATP kitimo schema

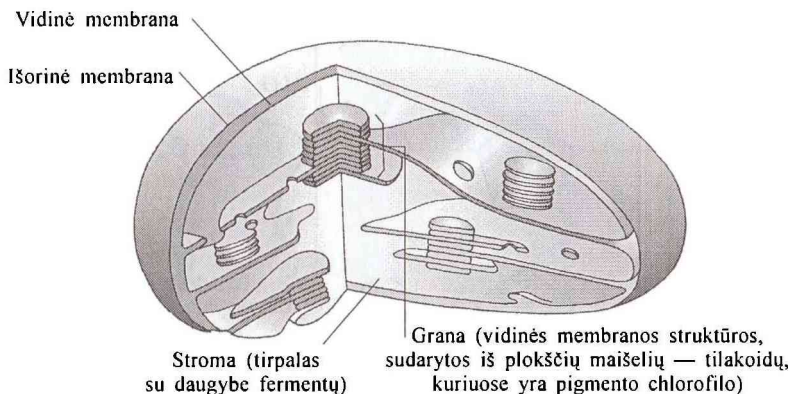
Energija ląstelėje naudojama visiems medžiagų apykaitos procesams: angliavandenių ar baltymų biosintzei, medžiagų pernašai, chromosomų judėjimui, raumenų darbui, nerviniams impulsams perduoti. ATP vadinama ląstelių energetine medžiaga, nes visuose energijos reikalaujančiuose procesuose ji naudojama kaip energijos šaltinis. ATP atsargos ląstelėje nedidelės, todėl ji nuolat sintetinama, daugiausiai mitochondriose.

Fotosintezės apžvalga

Didžiausią augalų sausosios masės dalį sudaro anglis. Svarbiausias anglies asimiliavimo būdas — **fotosintezė**. Šį procesą atlieka melsvabakterės, dumbliai, kerpės, žemesnieji ir aukštesnieji augalai — organizmai, dar vadinami fotosintetikais. Fotosintezė — tai procesas, kuriam vykstant saulės šviesos energija naudojama organinių junginių sintetavimo reakcijoms. Fotosintezė apibūdinama kaip vienos rūšies energijos virsmas kitos rūšies energija, nes saulės šviesos energija virsta angliavandenių cheminių ryšių energija. Kadangi iš junginių, susidarančių vykstant fotosintzei, svarbiausias yra gliukozė ($C_6H_{12}O_6$), tai fotosintezę galima apibūdinti kaip procesą, per kurį saulės šviesos energija verčiama gliukozės cheminių ryšių energija. Fotosintezės procesą galima išreikšti sumine lygtimi:

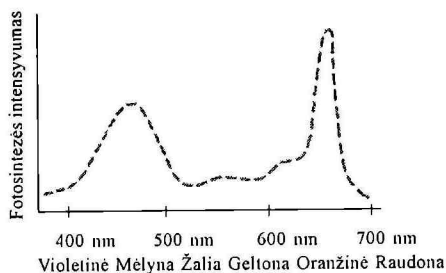


Fotosintezę atlieka žaliosios plastidės — chloroplastai. Jie yra savarakiškos fotosintezės „laboratorijos“, nes funkcionuoja net išskirti iš ląstelių. Vienoje ląstelėje gali būti iki 100 chloroplastų.



15 pav. Chloroplasto sandara

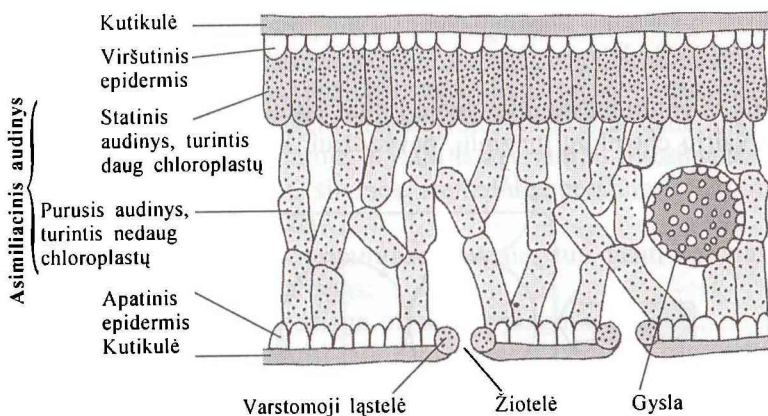
Chloroplastų yra žolinių augalų stiebų, taurėlapių, neprinokusių sėklų ir vaisių ląstelėse bei kitoje pažaliavusiose augalų dalyse, bet svarbiausias fotosintezės organas yra lapas. Jis gerai prisitaikęs atlikti fotosintezės procesą. Kai saulės šviesa pasiekia lapą, jo ląstelių chloroplastuose esantys pigmentai chlorofilai sugeria mėlynuosius ir raudonuosius Saulės spektro spindulius, o



16 pav. Fotosintzei augalai naudoja daugiausia mėlynuosius ir raudonuosius spindulius

žaliuosius praleidžia arba atspindi. Todėl lapai (ir chloroplastai) atrodo žali. Chlorofilas chloroplastuose susidaro tik šviesoje, o tamsoje suyra, todėl ilgai tamsoje laikytų augalų lapai tampa blyškūs.

Lapuose vykstanti fotosintezė. Augalo lapas yra pagrindinis organas, kuriame vyksta fotosintezė. Lapo sandara pritaikyta šiam procesui intensyviai vykti. Viršutinis epidermis su kutikule atlieka apsauginę funkciją. Apatinis epidermis turi žioteles, kurios svarbios dujų apykaitai. Asimiliacinis audinys, sudarytas iš statinio ir puriojo mezofilių, vykdo fotosintezę. Puriajame mezofilyje yra dideli tarpuląščiai — taigi ir didesnis paviršius dujų apykaitai vykti. Svarbi lapo dalis — gysla, kuria atnešamas vanduo ir mineralinės medžiagos bei išgabunami cukrūs.



17 pav. Vidinė lapo sandara

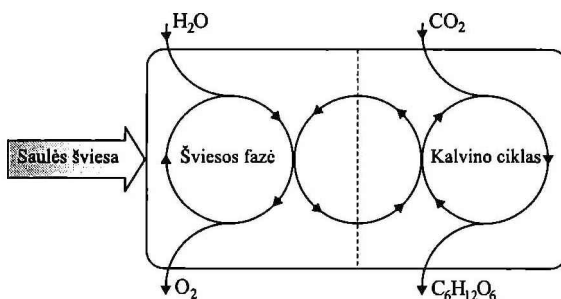
Lapų prisitaikymas fotosintezės efektyvumui didinti

- Plokščia lapalakščio forma (priklausomai nuo apšvietimo krypties lapai keičia savo padėtį, todėl gali naudoti bet kuria kryptimi krįntančius spindulius).
- Didelis lapalakščio paviršiaus plotas (stambūs lapai arba daug smulkių, kai kurių paviršius raukšlėtas — taigi ir didesnis paviršiaus plotas, reikalingas fotosinthezei vyksti).
- Lapų išsidėstymas mozaika (tai toks lapų išsidėstymas per augalą, kai jie neuždengia vienas kito).

Fotosintezės fazės

Šviesos fazė	Tamsos fazė
Būtina šviesa	Gali vyksti ir be šviesos
Vyksta chloroplastų tilakoiduose	Vyksta chloroplastų stromoje
• Sugeriamas šviesos fotonas • Skaidomas H_2O (suskaidžius vandens molekulę išsiskiria O_2) • Molekulinis deguonis išsiskiria pro žioteles į aplinką (O_2 susidarė iš H_2O) • Sintezuojama ATP ($ADP + P \rightarrow ATP$) • Specialus nukleotidas $NADP^+$ virsta redukuotu $NADPH$ (prisiūngia vandenilį suskilus H_2O)	Tilakoide susidariusios ATP ir $NADPH$ molekulės patenka į stromą ir naudojamos CO_2 redukuoti. Vyksta angliavandenių sintezė, kurios metu naudojamas CO_2 ir dalyvauja daugybė fermentų Šioje fazėje vykstančių reakcijų visuma vadinama Kalvino ciklu
Tai šviesos energijos sugėrimo reakcijos	Tai sintezės reakcijos

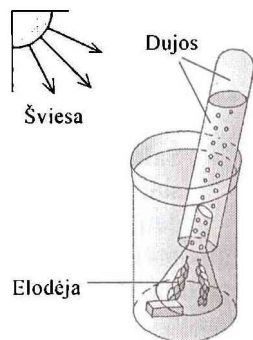
$C_6H_{12}O_6$ iš chloroplastų difunduoja į kitas ląstelės dalis, kuriose naudojama įvairių cheminių junginių, pavyzdžiui, krakmolo, gamybai.



18 pav. Fotosintezės schema

Fotosintezės metu išsiskyrusio deguonies nustatymas.

Stebėti, kaip žalias augalas išskiria O_2 , gerai tinka vandens augalai: elodėja, valisnerija, skendenis ir kiti. Į stiklinį indą įpilame kambario temperatūros 0,1 % geriamosios sodos tirpalo. Toks tirpalas yra CO_2 šaltinis vandens augalui. Elodėjos šakelė pamerkama į tirpalą, nupjaunama viršūnėlė (tuomet O_2 , susitelkęs stiebo tarpuląščiuose, pasišalins). Ant augalo užmauname apverstą mėgintuvėlį, pilną vandens. Augalą apšvietus, netrukus pradeda skirtis dujų burbuliukai. Tai fotosintezės rezultatas. O_2 vandenyje tirpsta daug lėčiau negu CO_2 , todėl išsiskiria burbuliukų pavidalu. Išsiskyrusias dujas galima surinkti į mėgintuvėlį ir ištirti chemiškai. Į mėgintuvėlį įkišus smilkstantį degtuką, pasirodo liepsna. O_2 palaiko degimą, taigi įrodoma, kad iš elodėjos išsiskyrusios dujos yra deguonis. Be to, parinkus skirtingą apšvietimą ar pakeitus kitas sąlygas bei suskaičiavus, kiek burbuliukų išsiskiria iš nupjauto stiebo per tam tikrą laiko vienetą, galima stebėti fotosintezės intensyvumo pokyčius (kuo daugiau burbuliukų išsiskiria per tam tikrą laiko vienetą, tuo fotosintezė intensyvesnė).



19 pav. Vandens augalas vykdo fotosintezę

Fotosintezė ir aplinkos sąlygos. Fotosintezės intensyvumą lemia įvairios aplinkos sąlygos.

- **Apšvietumas.** Fotosintezės reakcijos prasideda esant silpnam apšvietumui. Jam didėjant, fotosintezės intensyvumas iš pradžių taip pat didėja, bet vėliau pasiekama riba, kai, didinant apšvietumą, fotosintezė nespartinėja. Įvairių augalų ši riba skiriasi, todėl, atsižvelgiant į skirtingą šviesos poreikį, augalai skirstomi į šviesiamėgius (ąžuolas, pušis) ir unksminius (eglė, paparčiai).
- **Temperatūra.** Daugelio augalų fotosintezė prasideda aukštesnėje negu 0 °C temperatūroje. Kylant temperatūrai, fotosintezės greitis didėja iki 25—30 °C šilumos. Keliant temperatūrą toliau, intensyvumas pradeda mažėti.
- **H_2O kiekis augalo organuose.** Augalas turi gauti optimalų H_2O kiekį. Vanduo reikalingas:
 - ♦ kaip pradinė medžiaga organinių junginių sintezei,
 - ♦ žiotelių varstymuisi (stingant vandens, žiotelės užsiveria ir nutrūksta CO_2 difuzija, todėl fotosintezė sustoja).
- **CO_2 kiekis atmosferoje.** CO_2 paprastai sudaro 0,03 % oro tūrio. Ištirta, kad CO_2 koncentracijai didėjant, intensyvėja fotosintezė ir būna didesnis augalų derlius. Auginant augalus uždaroje patalpo-

se, CO_2 kiekį galima keisti. Auginant lauko kultūras, CO_2 kiekį augalams galima padidinti tręšiant organinėmis trąšomis. Kuo geriau dirvos patręštos, tuo daugiau CO_2 į aplinką išskiria šias trąšas skaidydami mikroorganizmai.

- **Šakninė mityba.** Įvairūs elementai yra svarbūs fotosintezės procesui: N (fermentams, ATP, NADP^+ susidaryti), P (įeina į ATP sudėtį), Mg (įeina į chlorofilų sudėtį) ir kt.

Būtinės visos fotosintezei vykti reikalingos sąlygos, jų pakeisti kitomis negalima. Pavyzdžiui, ir gerai apšviestuose augaluose fotosintezė bus neintensyvi, esant žemai temperatūrai.

Fotosintezės reikšmė

- Vykstant šiam procesui, susidaro organinė medžiaga — gliukozė, kurią augalas naudoja kaip energijos šaltinį ir kaip žaliavą kitoms organinėms medžiagoms, pavyzdžiui, celiuliozei, gaminti. Taip pat tai maisto medžiaga heterotrofams, pavyzdžiui, gyvūnams, kurie minta gatava organine medžiaga.
- Susidaro deguonis, kuris būtinas ląsteliniam kvėpavimui.
- Vykstant fotosintezei, sunaudojamas atmosferoje esantis anglies dioksidas. CO_2 yra vienos iš šiltnamio dujų, kurių pagausėjimas sukelia globalinį atšilimą („šiltnamio reiškinį“).

Ląstelinis kvėpavimas kaip ląstelės energijos gavimo būdas

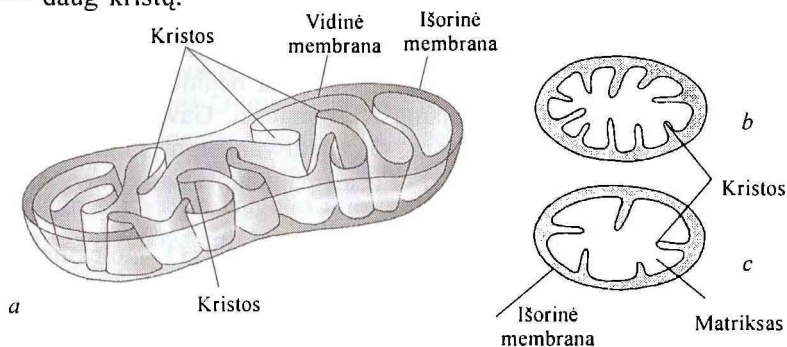
Ląstelės joms būtiną energiją gauna skaidydamos organinius junginius. Viena svarbiausių energetinių medžiagų yra gliukozė.

Ląstelinis kvėpavimas — tai procesas, kuriam vykstant angliavandeniai ar kiti apykaitos produktai skaidomi, tuo pat metu susidarant ATP. Ląstelėje esančios medžiagos oksiduojasi (atiduoda elektronus), fermentai nutraukia gliukozės atomus siejančius ryšius ir tuomet atsipalaiduoja energija. Kvėpavimo būdai:

- **aerobinis kvėpavimas** — procesas, kurio metu, dalyvaujant deguoniui, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, esanti ląstelėje, suskaidoma į vandenį ir anglies dioksidą. Atsipalaiduoja daug energijos;
- **anaerobinis kvėpavimas (rūgimas)** — procesas, kuriam vykstant $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ skaidoma be deguonies ir susidaro pieno rūgštis (laktatas) arba etilo alkoholis. Atsipalaiduoja mažai energijos.

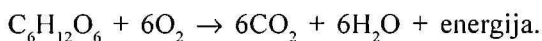
Aerobinis kvėpavimas atsirado tada, kai deguonies kiekis atmosferoje pasiekė tam tikrą koncentraciją. Ląstelinis aerobinis kvėpavimas susijęs su mitochondrijomis. Tos ląstelės, kurios intensyviai dirba (raumenų, ner-

vinės), intensyviai kvėpuoja. Jos turi daug mitochondrijų, o mitochondrijos — daug kristų.



20 pav. Mitochondrijos sandara (a), mitochondrija, turinti daug kristų (b), mitochondrija, turinti mažai kristų (c)

Aerobinio kvėpavimo lygtis:



Esant pakankamai deguonies, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ suskaidoma iki galutinių skilimo produktų — CO_2 ir H_2O . Aerobinis kvėpavimas — tai įvairių cheminių reakcijų grandinė. Kiekvieną reakciją katalizuoja savas fermentas. NAD^+ ir FAD yra svarbiausi kofermentai (fermentų pagalbininkai), reikalingi reakcijoms, vykstančioms ląstelei kvėpuojant. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ oksidavimui (oksidacija — tai elektronų atidavimas) būtinos 4 pakopos: glikolizė, pereinamoji reakcija, Krebso ciklas ir elektronų pernašos sistema.

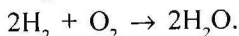
Aerobinio kvėpavimo eiga

1. **Glikolizė** — tai ląstelės citozolyje vykstanti reakcija, kurios metu gliukozė skyla į 2 piruvato (pirovynuogių rūgšties) molekules. Iš vienos gliukozės molekulės susidaro **2 ATP**.
2. **Pereinamoji reakcija** — procesas, jungiantis glikolizės ir Krebso ciklo grandines reakcijas. Šios reakcijos metu piruvatas, susidaręs glikolizės metu, verčiamas acetilo grupe, kuriai prisijungus prie specialaus kofermento, susidaro acetil-CoA. Pereinamoji reakcija vyksta mitochondrijų viduje, vadinamajame matrikse. Šios reakcijos metu iš vienos $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ susidaro 2CO_2 molekulės.
3. **Krebso ciklas** — tai mitochondrijų matrikse ratu vykstančių sudėtingų medžiagų apykaitos reakcijų visuma. Mitochondrijų viduje yra fermentų, kurie toliau skaido piruvatą. Per visą Krebso ciklą iš kiekvienos gliukozės molekulės susidaro **2 ATP** ir 4 CO_2 molekulės.

4. **Elektronų pernašos sistema** — reakcijos, vykstančios mitochondrijų kristose, kurių metu susidaro dauguma ATP molekulių. Kristose išsidėstę baltymai nešikliai iš $C_6H_{12}O_6$ molekulės paimtus elektronus perdavinėja vienas kitam, kol juos prisijungia O_2 . Fermentų, esančių kristose, dėka energija išsiskiria nedidelėmis porcijomis, laipsniškai, ir yra naudojama ATP sintezei. Gavęs elektronus bei prisijungęs vandenilio jonus, O_2 virsta vandeniu. Taigi šiuo etapu naudojamas O_2 , susidaro H_2O ir atsipalaiduoja daug energijos: net **32 ATP** molekulės.

Vadinasi, aerobinio kvėpavimo metu iš vienos $C_6H_{12}O_6$ molekulės susidaro net **36 ATP** molekulės. Tai labai efektyvus ląstelės energijos gavimo būdas, nes atpalaiduojama visa $C_6H_{12}O_6$ molekulėje esanti energija. Kiti cheminiai junginiai, pvz., aminorūgštys, riebiosios rūgštys, taip pat gali ląstelę aprūpinti energija. Jeigu ląstelėje nėra $C_6H_{12}O_6$, vietoj jos gali būti panaudoti šie junginiai.

Kvėpavimo ir degimo palyginimas. Degimas — tai fizinis procesas, kurio metu degios medžiagos (malkos, anglis, durpės) reaguoja su oro deguonimi:



Aerobinis kvėpavimas — ląstelių citoplazmoje ir mitochondrijose vykstantis į degimą panašus procesas. Galima išskirti šiuos degimo ir ląstelinio kvėpavimo **panašumus**. Abiejų procesų metu:

- medžiagų oksidacijai yra naudojamas O_2 ;
- susidaro CO_2 ;
- atsipalaiduoja energija.

Ląstelinio kvėpavimo ir paprastojo degimo skirtumai

Lyginimo požymiai	Paprastasis degimas	Ląstelinis kvėpavimas
Kur gali vykti?	Negyvosiose degiose materijos formose	Gyvuosiuose organizmuose
Temperatūra	Aukšta	Žema (joje nevyksta baltymų denatūracija)
Reakcijos greitis	Greita	Lėta
Katalizuojantys fermentai	Nereikalingi	Būtini
Atpalaiduota energija	Šiluma ir šviesa	Šiluma ir ATP

Rūgimas kaip ląstelės energijos gavimo būdas

Prieš milijonus metų pirmieji gyvieji organizmai turėjo energijos gavimo sistemas, kurioms nereikėjo O_2 . Daugelis ląstelių gamina energiją ir tada, kai stinga O_2 medžiagoms visiškai suskaidyti. Medžiagų skaidymas be O_2 vadinamas rūgimu arba anaerobine oksidacija. Jo metu gliukozė $C_6H_{12}O_6$ yra suskaidoma nevysiškai ir atsipalaiduoja mažai energijos. Rūgimas vyksta daugelio mikroorganizmų (pvz., mielių, bakterijų), augalų, gyvūnų ląstelių citoplazmoje. Jo metu iš $C_6H_{12}O_6$ skirtinguose organizmuose susidaro skirtingi produktai: įvairios organinės rūgštys (pvz., laktatas), alkoholiai.

Rūgimo pradinis etapas — glikolizė (kaip ir aerobinio kvėpavimo metu). $C_6H_{12}O_6$ skyla į 2 piruvato molekules, bet susidaręs piruvatas į mitochondriją nepatenka. Glikolizės metu atsipalaiduoja **2 ATP** molekulės, daugiau ATP vykstant rūgimui ir nesusidaro. Pagal tai, kokie produktai susidaro, galima išskirti alkoholinį ir pienarūgštį rūgimą.

Alkoholinio ir pienarūgščio rūgimo palyginimas

Lyginimo požymiai	Pienarūgštis rūgimas	Alkoholinis rūgimas
Kurios ląstelės vykdo	Daugelis bakterijų ląstelių, gyvūninės ląstelės	Mielės, daugelio augalų ląstelės
Susidarę produktai	Laktatas ($C_3H_6O_3$), acto rūgštis, sviesto rūgštis, CO_2 , H_2O , energija	Etilo alkoholis (C_2H_5OH), CO_2 , energija
Proceso reikšmė žmogui	Anaerobinės bakterijos naudoja mos fermentinių sūrių, acto rūgšties gamyboje Žmogaus raumenų ląstelėse susikaupęs laktato perteklius sukelia skausmą ir raumenys negali efektyviai dirbti	Mielės naudoja mos etilo alkoholio gamyboje, konditerijoje

Aerobinio kvėpavimo ir rūgimo palyginimas

- Aerobinis kvėpavimas ir rūgimas vyksta skirtingose ląstelės vietose: rūgimas — citoplazmoje, o aerobiniam kvėpavimui vykti būtinos mitochondrijos.

- Vykstant rūgimui iš vienos $C_6H_{12}O_6$ molekulės susidaro tik 2 ATP, nes $C_6H_{12}O_6$ suskyla ne iki galo, o aerobinio kvėpavimo metu $C_6H_{12}O_6$ suskyla iki galutinių mažai energijos turinčių junginių CO_2 , H_2O ir atsipalaiduoja net 36 ATP. Aerobinis kvėpavimas ląstelę geriau aprūpina energija.

Ląstelės ciklo etapai

Ląstelės gyvenimo ciklas susideda iš dviejų etapų: interfazės ir mitozės.

Interfazė — tai yra ląstelės rengimosi dalytis laikotarpis. Šis laikotarpis aktyvus, nes ląstelė ne tik atlieka gyvybines funkcijas, bet ir gamina savo sudėtinių dalių kopijas. Interfazės metu sintetinami chromosomų baltymai, replikuojasi DNR. Taip pat formuojasi citoplazminiai organoidai, dalijimosi verpstė, dalijasi mitochondrijos, chloroplastai, dvigubėja centriolės, sintetinama ATP.

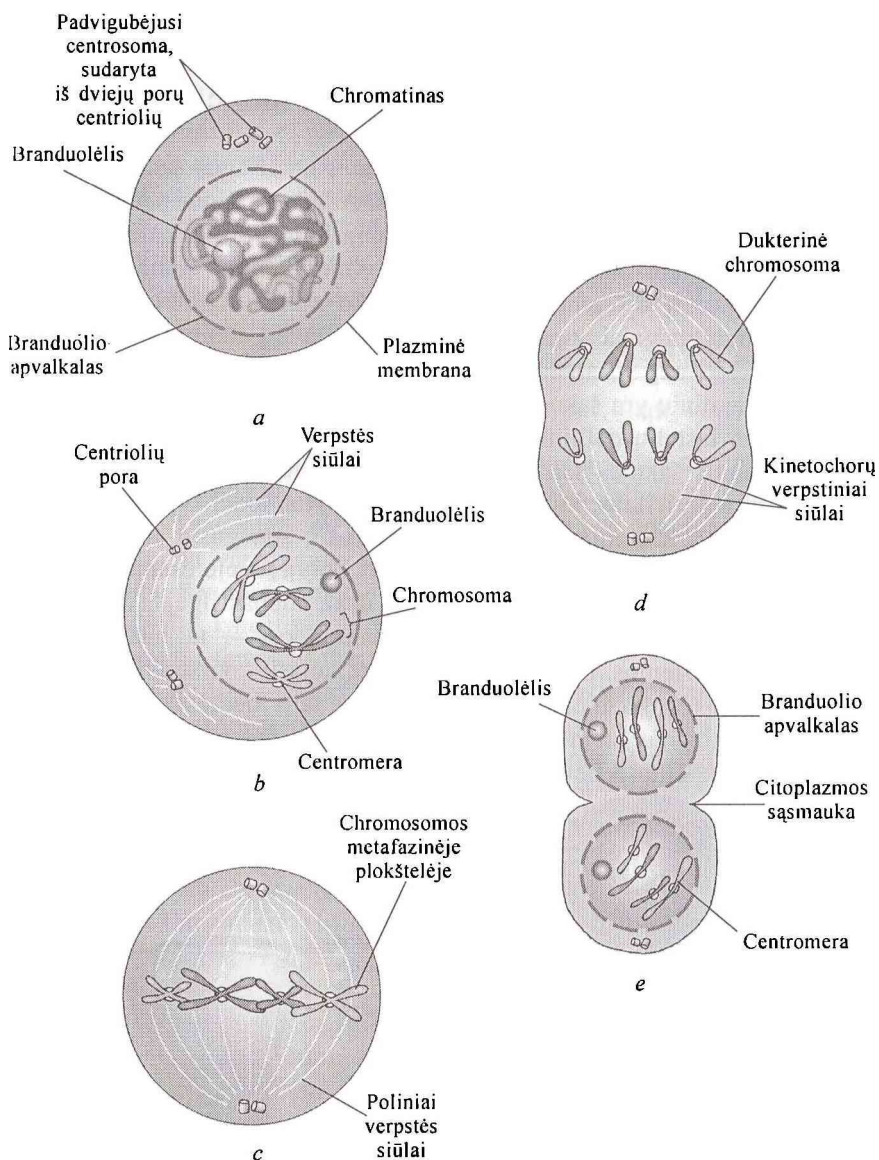
Pasibaigus interfazei, prasideda ląstelės dalijimosi etapas — **mitozė**, universalus daugialąsčių organizmų somatinių ląstelių dalijimosi būdas. Skiriamos mitozės fazės: profazė, metafazė, anafazė ir telofazė.

Per *profazę* prasideda branduolio dalijimasis — **kariokinezė**. Sutrūkinėja branduolio apvalkalas, išnyksta branduolėlis. Branduolyje tankėja chromatinas, todėl išryškėja chromosomos. Jos yra sudvigubėjusios, todėl turi po dvi visiškai vienodas chromatides, jungiamas centromeros. Abiejose centromeros pusėse prisitvirtins chromosomas tempiantys siūlai. Išsiskiria centriolių poros, baigia formuotis dalijimosi verpstė.

Per *metafazę* dalijimosi verpstės siūlai prisijungia prie chromosomų centromerų. Tą pačią chromosomą vienas siūlas traukia į vieną ląstelės galą, o kitas į kitą, todėl chromosomos juda, kol galiausiai išsidėsto metafazinėje plokštumoje.

Per *anafazę* sudvigubėjusios chromosomos chromatidės atsiskiria per jas jungusią centromerą ir susidaro dvi dukterinės chromosomos. Kiekviena jų turi po vieną centromerą ir yra sudaryta iš vienos chromatidės. Dalijimosi verpstės siūlai tempia dukterines chromosomas į priešingus ląstelės polius. Susidaro sąsmauka, prasideda citoplazmos dalijimasis — **citokinezė**.

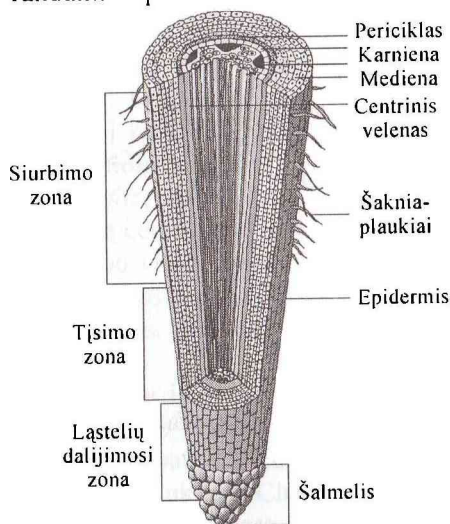
Per *telofazę* išnyksta dalijimosi verpstė ir aplink dukterines chromosomas susidaro branduolio apvalkalas. Kiekviename branduolyje yra tiek pat ir tokių pat chromosomų, kaip ir buvusioje motininėje ląstelėje — tai diploidinis rinkinys. Chromosomos tampa nekompaktiškos, matomos kaip chromatinas. Susidaro branduolėliai, gilėja citoplazmą dalijanti sąsmauka. Susidaro 2 savarankiškos ląstelės.



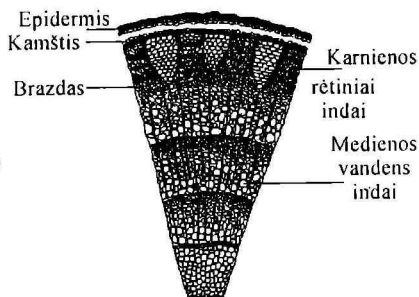
21 pav. Mitozės schema: *a* — interfazė, *b* — profazė, *c* — metafazė, *d* — anafazė, *e* — telofazė

Pagrindiniai augalų audiniai ir jų funkcijos

Audinsys — tai ląstelių ir tarpląstelinės medžiagos sistema, kuriai būdinga bendra kilmė, sandara ir paskirtis. Augalų audiniai yra skirstomi į gaminamuosius ir pastoviuosius. **Gaminamieji audiniai (meristemos)** duoda pradžią pastoviesiems audiniams. Gaminamųjų audinių ląstelės nuolat dalijasi ir diferencijuojasi, prisitaiko atlikti vienokią ar kitokią funkciją, todėl augalai auga, ilgėja ir storėja. Iš šių audinių ląstelių išsivysto visi kiti augalų audiniai. Gaminamieji audiniai sudaro sėklos gemalą. Šių audinių yra šaknų viršūnėse ir šonuose. Šaknies viršūninė meristema yra ląstelių dalijimosi zonoje. Čia visą laiką gaminasi ląstelės, atnaujinamos šaknies šalmelį apačioje ir tįsimo zoną viršuje. Šaknies viduryje yra periciklas, kurio ląstelės gali dalytis, todėl iš jo gali išaugti šoninės šaknys. Gaminamasis audinsys išlieka ir suaugusių augalų stiebų viršūnėse, kur sudaro augimo kūgelius. Stiebo viršūnėje esanti viršūninė meristema gamina naujas ląsteles, kurių dėka stiebas ilgėja. Meristemų taip pat gali būti varpinių augalų stiebų bambliuose — tai vadinamosios įterptinės meristos. Lapų pradmenys formuojasi iš viršūninės meristos bambliais vadinamose vietose. Stiebuose tarp medienos ir karnienos brazdai sudaro meristos žiedą, kurio dėka stiebas storėja. Meristemų randama lapkočiuose bei žiedkočiuose.



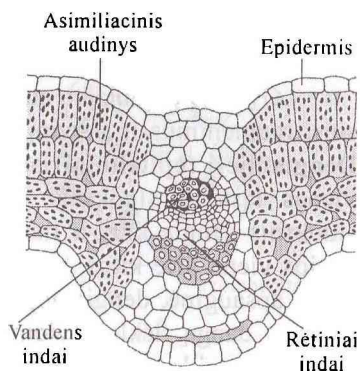
22 pav. Šaknies vidinė sandara



23 pav. Stiebo vidinė sandara

Pastoviesiems audiniams priskiriami dengiamieji, asimiliaciniai (pagrindiniai) ir apytakiniai.

Dengiamieji audiniai atlieka apsauginę funkciją. Visų nesumedėjusių ir jaunų sumedėjusių augalų organus dengia epidermis, kuri sudaro labai tankiai išsidėsčiusios stačiakampės skaidrios ląstelės. Išorines epidermio ląstelių sienes dengia vaškinė kutikulė, todėl mažiau išgaruoja vandens, ji saugo nuo ligų sukėlėjų ir išdžiūvimo. Šaknų epidermio ląstelės turi išaugas — šakniaplaukius. Stiebo ir



24 pav. Lapo vidinė sandara

lapų epidermio ląstelės turi plaukelių, kurie augalą saugo nuo perkaitimo ir per didelio vandens garinimo. Epidermio ląstelės gali virsti liaukutėmis, kurios išskiria apsaugines medžiagas. Lapų viršuje ir apačioje esančiame epidermyje būna varstomųjų ląstelių, kurios supa žioteles, vykdančias dujų apykaitą. Senuose sumedėjusiuose augaluose epidermį pakeičia nelaidus vandeniui kamštinis audinys, saugantis augalą nuo bakterijų ir grybų bei staigių temperatūros svyravimų.

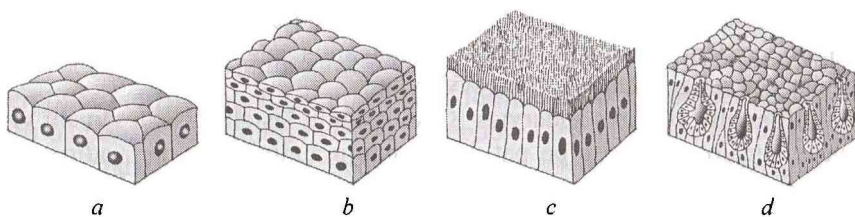
Asimiliacinis audinys sudarytas iš plonasienių ląstelių, išsidėsčiusių visuose augalo organuose po pat dengiamuoju audiniu. Jis dar vadinamas mezofilu, kurį sudaro statinis mezofilis, sudarytas iš pailgų ląstelių, ir purusis mezofilis, sudarytas iš netaisyklingos formos ląstelių su dideliais oro pripildytais tarpulais. Šis audinys tarsi sudaro augalo organų pagrindą, juos užpildo, jame vyksta medžiagų apykaita. Asimiliacinio audinio ląstelėse yra chloroplastų, todėl šie organai atrodo žali, juose intensyviai vyksta fotosintezė. Giliau nuo paviršiaus esančiose stiebų ir šaknų ląstelėse chloroplastų nėra.

Apytakiniais audiniais priklauso rėtiniai ir vandens indai. **Rėtinis indus** sudaro gyvos siauros, glaudžiai vertikalios susijungusios ląstelės. Būdingiausias rėtinių indų požymis — akyta, panaši į rėtį skersinė sienelė. Pro šioje sienelėje esančias angas plazmodezmomis susijungia dviejų ląstelių citoplazma, ir organinės augalo pagamintos medžiagos teka iš vienos ląstelės į kitą. Rėtiniai indai yra karnienoje. Vanduo su ištirpusiomis mineralinėmis medžiagomis iš šaknų į lapus patenka **vandens indais**. Jie yra medienoje. Vandens indus sudaro negyvos, tuščia-vidurės ląstelės. Mediena ir karniena dažniausiai būna stiebuose greta ir sudaro indų kūlelius. Apytakinis audinys yra šaknies centriniame velene, lapų gyslose. Šių audinių būna visuose augalo organuose, jie tęsiasi nuo šaknų iki lapų ir atvirkščiai.

Gyvūnų audiniai ir jų funkcijos

Gyvūnų organizmo audiniai skirstomi į dengiamuosius, jungiamuosius, raumeninius ir nervinį.

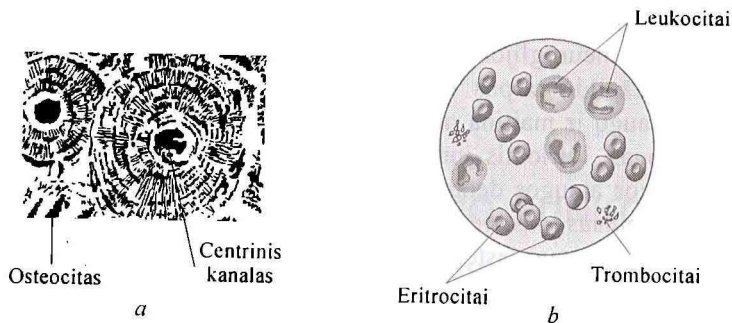
Dengiamieji (epiteliniai) audiniai skirstomi į vienasluoksnius, kur tėra vienas ląstelių sluoksnis, daugiasluoksnius, kuriame vienas ląstelių sluoksnis dengia kitą, ir liaukinius. Dengiamųjų audinių ląstelės priglusdusios viena prie kitos, nėra tarpuląsčių. Svarbiausios šių audinių funkcijos: apsauginė, dengiamoji ir gaminamoji. Jie sudaro ištisinę kūno paviršiaus dangą, iškloja vidines ertmes. Pro vientisą ląstelių sluoksnį į organizmo vidų negali prasiskverbti bakterijos, dulkės ir kenksmingos medžiagos. Toks audinys patikimai saugo po juo esančius organus. Virpamojo epitelinio audinio ląstelės turi išaugas plaukelius, kurie sulaiko nešvarumus ir apsaugo, kad jie nepatektų į kvėpavimo organus. Liaukinio audinio ląstelės atlieka gaminamąją funkciją, išskiria įvairius skysčius: seiles, prakaitą, ašaras.



25 pav. Dengiamieji (epiteliniai) audiniai:

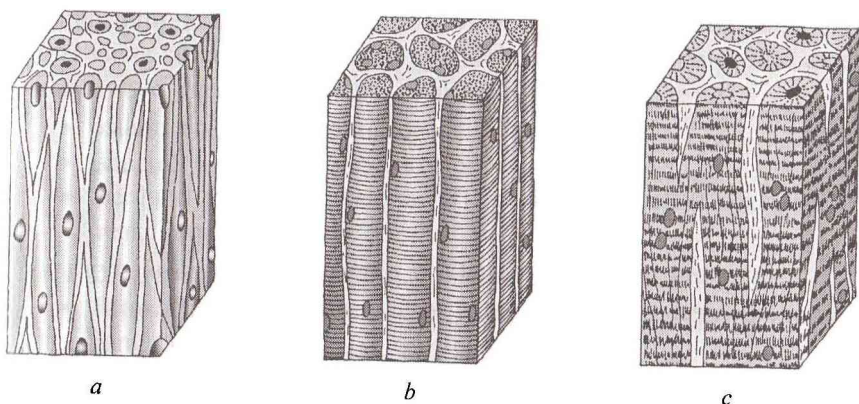
a — vienasluoksnis, *b* — daugiasluoksnis,
c — virpamasis, *d* — liaukinis

Jungiamųjų audinių ląstelės yra toli viena nuo kitos, o tarpus užpildo tarpląstelinė medžiaga, kurios yra gana daug. **Kauliniame** audinyje tarpląstelinė medžiaga yra standi, nes joje įsiterpusios kalcio druskos, o struktūriniai baltymai suteikia elastingumo ir jėgos. Kaulinės ląstelės osteocitai išsidėsto žiedais. Kaulinis audinys atlieka atraminę funkciją. **Kraujas** — tai skystas jungiamasis audinys. Jį sudaro skysta tarpląstelinė medžiaga — kraujo plazma ir kraujo ląstelės (eritrocitai, leukocitai) bei kraujo plokštelės trombocitai. Kraujas atlieka apsauginę, medžiagų pernašos funkcijas. Jis į ląsteles nuneša O_2 , maisto medžiagas, o pašalina CO_2 ir šlakus. Eritrocitai perneša O_2 , leukocitai padeda kovoti su infekcija, trombocitai svarbūs kraujo krešėjimui. Kraujas padeda paskirstyti šilumą, palaikyti skysčių, jonų ir pH pusiausvyrą.



26 pav. Jungiamieji audiniai:
a — kaulinis, b — kraujas

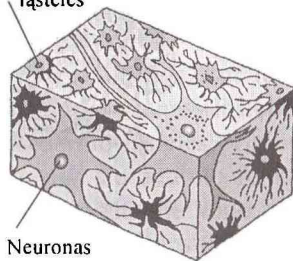
Raumeninių audinių ląstelės vadinamos skaidulomis. Jos yra cilindriškos ir gana ilgos. Raumeniniai audiniai skirstomi į lygiuosius ir skersaruožius, o skersaruožiai — į griaučių skersaruožius ir širdies skersaruožius. **Skersaruožių** skaidulos yra ruožuotos, aktino ir miozino siūlai išsidėsto statmenai skaidulos ilgiui, turi daug branduolių. Sudaro griaučių ir širdies raumenis. Ląstelės gali greitai susitraukinėti, atlikti gyvūnams būdingus judesius, lemia ritmingą širdies veiklą. **Lygiųjų** raumeninių audinių skaidulos yra neruožuotos. Jos verpstės formos, turi po vieną branduolį. Šie audiniai sudaro lygiuosius raumenis, kurie yra vidaus organų sienelėse. Jiems susitraukiant, mažėja kvėpavimo takų, kraujagyslių, virškinamojo trakto, šlapimo pūslės spindis. Šie raumenys reguliuoja akies vyzdį, jiems susitraukiant paširpsta oda.



27 pav. Raumeniniai audiniai:
a — lygusis, b — griaučių skersaruožis, c — širdies skersaruožis

Nervinį audinį sudaro nervinės ląstelės — neuronai ir neuroglijos ląstelės. Neuroglijos ląstelės užpildo tarpus tarp neuronų kūnų bei jų ataugų ir maitina neuronus. Neuronai turi ataugas, kuriomis jungiasi tarpusavyje. Trumposios ataugos dendritai perduoda nervinius impulsus į ląstelės kūną, o ilgosios aksonai — tolyn nuo ląstelės kūno. Kai kurios ataugos baigiasi receptoriais, kurie dirginimą paverčia nerviniais impulsais. Neuronai perduoda nervinius impulsus. Nervinis audinys sudaro galvos ir nugaros smegenis.

Stangrios
neuroglijos
ląstelės



Neuronas

28 pav. Nervinis audinys

PAGRINDINĖS ORGANIZMO FUNKCIJOS

MEDŽIAGŲ IR ENERGIJOS APYKAITA

Organizmų energijos poreikiai ir apsirūpinimas

Gyvybės esmė yra energijos ir medžiagų apykaita (metabolizmas). Tai viena iš savybių, skiriančių gyvą nuo negyvo. Visiems organizmuose vykstantiems gyvybiškai svarbiems procesams, tokiems kaip augimas, atsinaujinimas, judėjimas, šalinimas, reagavimas į aplinką, dauginimasis, reikia energijos. **Energija** yra gebėjimas atlikti darbą. Yra du energijos dėsniai, be kurių sunku suprasti organizmuose ir ląstelėse vykstančius energetinius procesus. Pirmasis dėsnis sako, kad energija iš nieko nesukuriama ir niekur neišnyksta, tik jos viena forma gali virsti kita. Gamtoje egzistuoja daug įvairių energijos rūšių, bet gyvieji organizmai organinei medžiagai gaminti naudoja tik dvi: šviesos energiją ir cheminių reakcijų energiją. Pirminis visų organizmų energijos šaltinis yra saulė. Energijos srautas teka per organizmus. Dalis saulės energijos susikaupė iškastiniame kure, pavyzdžiui, akmens anglyse, naftoje. Antrasis energijos dėsnis teigia, jog nė viena naudingosios energijos forma negali virsti kita be nuostolių. Energija gali pereiti iš vienos formos į kitą, bet dalis energijos virsta šiluma ir išsisklaido aplinkoje šilumos pavidalu. Kad galėtų valdyti savo energijos apykaitą, visi gyvieji organizmai turi:

- kaupti energiją iš aplinkos;
- saugoti ją savo ląstelėse, kol prireiks;
- perduoti energiją, sukauptą ATP pavidalu, ląstelėje vykstančioms reakcijoms.

Visų gyvųjų organizmų energija priklauso nuo dviejų procesų:

- **fotosintezė** — saulės šviesos energijos vertimo ląstelių cheminių junginių energija;
- **kvėpavimo** — energijos atpalaidavimo ląstelėse skaidant medžiagas.

Organizmams reikia maisto, kuriame yra medžiagų, būtinų kūno ląstelėms atsinaujinti ir energijai gauti.

Sėklų dygimo priklausomybė nuo aplinkos sąlygų

Sėkla — tai iš sėklapradžio susiformavęs organas, turintis sporofito gemalą ir atsarginių maisto medžiagų, reikalingų besivystančiam gemalui. Dygimas — tai laikotarpis, kai sėklos naudoja sukauptas maisto atsargas ir greitai formuojasi naujas augalas. **Sėkloms dygti reikia daug energijos.** Jos dygsta labai sparčiai, kad kiti daigai augdami neužstotų šviesos arba neužimtų jos erdvės. Dygstančiose sėklose vyksta labai intensyvus kvėpavimas, nes skaidomos atsarginės maisto medžiagos (dažniausiai krakmolas, baltymai, riebalai), sukauptos sėklaskiltėse (dviskilčių augalų) ar endosperme (vienaskilčių). Sėklos nedygsta tol, kol nepraeina jų ramybės laikotarpis. Joms dygti būdina drėgmė, optimali temperatūra, deguonis. Šviesa dygimui nereikalinga, ji svarbi tik pasirodžius daigui, kuris stiebiasi link šviesos šaltinio ir pradeda vykdyti fotosintezę.

Dygimui reikalinga **drėgmė**. Vandenyje sėkla išbrinksta, suaktyvėja fermentų veikla ir medžiagų apykaita, įplyšta sėklos luobelė. Tuo galima įsitikinti paprastu bandymu: į 2 stiklines įberame po tiek pat vienodos rūšies sėklų, pastatome indus šiltoje vietoje. Į vieną indą įpilame šiek tiek vandens (nereikia sėklų apsemti visiškai, nes trūks O_2), o kitame sėklas paliekame sausas. Po kelių dienų pastebėsime, kad sudygs tik drėgmėje buvusios sėklos.

[vairių augalų dygimo **temperatūra** labai skiriasi. Pati tinkamiausia (optimali) susijusi su augalo kilme. Šiltesniųjų kraštų augalams reikia aukštesnės dygimo temperatūros: agurkai pradeda dygti esant $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, o rugiai — $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kad šaltyje sėklos nedygsta, galime įsitikinti taip: paruošiame 2 stiklinius indus, vienodos rūšies augalo sėklas užpilame nedideliu kiekiu vandens (kad neapsemtų) ir laikome vieną indą šaldytuve, kitą šiltais. Šaldytuve laikytos sėklos nesudygs.

Geras aprūpinimas **deguonimi** būtinas dėl didelio kvėpavimo intensyvumo. Sėklos kvėpuoja dieną ir naktį. Joms kvėpuojant išsiskiria šiluma. Kad sėklos sunaudoja O_2 ir išskiria CO_2 , kuris yra kvėpavimo produktas, galime įsitikinti taip: į 2 butelius įberame vienodą kiekį sudygusių ir nesudygusių sėklų. Pastatome sėklas šiltoje, tamsioje vietoje ir kitą dieną patikriname butelyje susidariusių dujų sudėtį. Įleidžiame žvakę į butelį su sausomis sėklomis — žvakė degs ir toliau. Inde su dygstančiomis sėklomis žvakė užges, nes ten neliko O_2 , o susidarė CO_2 .

Dygimas — daugelio veiksnių reguliuojamas procesas, kurį kontroliuoja augalų hormonai. Jeigu aplinkos sąlygos tinkamos, sėkla greitai sudygsta ir virsta daigu.

Autotrofų ir heterotrofų tarpusavio ryšiai

Organizmai pagal tai, kaip apsirūpina medžiagomis ir energija, yra skirstomi į gamintojus (autotrofus) ir vartotojus (heterotrofus).

Gamintojai organinių maisto medžiagų pasigamina savo organizmo ląstelėse iš neorganinių, vykstant fotosintezei ar chemosintezei. Vartotojai — organinių medžiagų pasigaminti iš neorganinių negali, todėl turi jomis apsirūpinti maitindamiesi augaliniu ar gyvūniniu maistu. Svarbiausi autotrofai žemėje yra augalai, turintys chlorofilo, vandenyje — dumbliai ir melsvabakterės. Autotrofai taip pat yra ir chemosintetinančios bakterijos: azotą fiksuojančios, nitrifikuojančios bakterijos, gelžbakterės, sierabakterės. Visi gyvūnai, grybai, dauguma mikroorganizmų, neturintys chlorofilo augalai yra heterotrofai. Manoma, kad pirmosios gyvos būtybės žemėje buvo heterotrofai.

Autotrofai ima iš aplinkos chemines medžiagas, kurios per heterotrofus vėl grįžta į ją. Šie medžiagų ir energijos virsmai yra labai sudėtingi. Kiekviena rūšis sunaudoja tik dalį organinėje medžiagoje esančios energijos, suskaidydama tą medžiagą iki tam tikro laipsnio. Taip vykstant evoliucijai ekosistemose susidarė mitybos grandinės. Jomis keliauja maisto medžiagos ir energija. Mitybos grandinėse neatsiejamai susiję autotrofai ir heterotrofai.

Fotosintezės ir kvėpavimo ryšys augale ir biosferoje

Augalų ląstelės, kaip ir visos kitos, visą laiką kvėpuoja, t. y. sugeria O_2 ir išskiria CO_2 . Tačiau dieną (šviesoje) augalų ląstelės, turinčios chloroplastų, ne tik kvėpuoja, bet ir gamina molekulinį O_2 kaip vieną iš fotosintezės produktų. Fotosintezė vyksta tik žaliose augalo ląstelėse. Kvėpavimo reakcijos, skirtingai negu fotosintezės, vyksta kiekvienoje augalo ląstelėje, nes energija iš ląstelės į ląstelę nėra perduodama, todėl kvėpavimas yra būtina sąlyga augalams augti. Vykstant fotosintezei augalo ląstelė išskiria net 20—30 kartų O_2 daugiau negu tuo pat metu kvėpuodama jo sugeria. Taigi dieną, esant fotosintezės šviesos fazei, žalieji augalai ore pagausina O_2 , o naktį, kai O_2 negaminamas, augalai kvėpuoja ir naudoja O_2 bei išskiria CO_2 .

Augalų kvėpavimas ir fotosintezė — priešingi, bet glaudžiai tarp savęs susiję procesai: kvėpavimui labai reikalingi angliavandeniai, kurie susidaro vykstant fotosintezei. Šiuo metu kaupiamos organinės medžiagos,

su jomis kartu ir energija, o kvėpuojant organinės medžiagos ir energija naudojamos gyvybinės veiklos procesams. Vykstant fotosintezėi, absorbuojamas CO_2 ir H_2O , o išsiskiria O_2 . Kvėpuojant absorbuojamas O_2 , o išsiskiria CO_2 . Šių procesų vieningumas ir priešingumas — pagrindinė organizmų egzistavimo sąlyga.

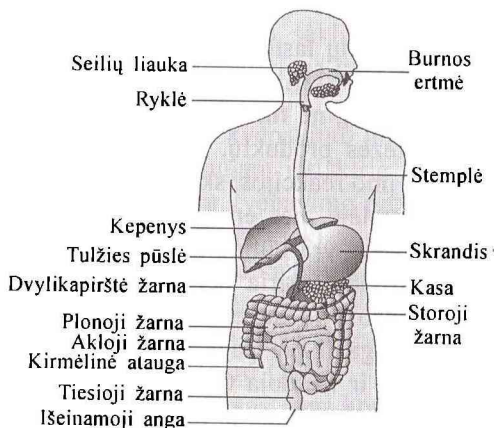
Visi žemės organizmai kartu su savo aplinka sudaro vieningą sistemą, vadinamą biosfera. Fotosintezės ir kvėpavimo dėka biosferoje vyksta nuolatinė anglies ir deguonies apytaka. Jeigu biosfera nepažeista, fotosintezę atsveria kvėpavimas, todėl pastebima pusiausvyra:

- biosferos biomasė metų metais nei didėja, nei mažėja;
- nekinta ir atmosferos sudėtis, nors tarp atmosferos ir gyvųjų organizmų visą laiką vyksta mainai.

Tačiau dabartinėje biosferoje žmogus savo veikla dirbtinai didina CO_2 kiekį (deginamas kuras, kertami miškai) ir mažina O_2 kiekį. Tai kelia grėsmę visai biosferai.

Žmogaus virškinimo sistema

Virškinimo sistemą sudaro **virškinamasis traktas** (burnos ertmė, ryklė, stemplė, skrandis, plonoji žarna, storoji žarna) ir **virškinimo liaukos** (seilių, skrandžio, žarnų, kasa, kepenys). Plonosios žarnos priekinė atkarpa vadinama dvylikapiršte žarna, o storosios žarnos priekinė dalis — akląja žarna. Ji turi ataugėlę, vadinamą kirmėline atauga (apendiksu). Virškinimo sistemos funkcija — virškinti maisto medžiagas. **Virškinimas** — tai fizinis ir cheminis maisto apdorojimas, kurio metu stambiamolekuliai junginiai (baltymai, riebalai, angliavandeniai) skaidomi į paprastesnius tirpius junginius. Šie gali patekti į kraują ar limfą ir yra išnešiojami po organizmą. Virškinimą atlieka virškinimo sultyse esantys **fermentai**. Jų veiklumas priklauso nuo aplinkos temperatūros ir terpės pH.



29 pav. Žmogaus virškinimo sistema

Burnoje maistas smulkinamas, vilgomas seilėmis, paragaujamas ir pradedamas chemiškai skaidyti. Maistas smulkinamas dantimis, kurių suaugęs žmogus turi 32. Pagal sandarą ir funkcijas jie skirstomi į kandžius (8), iltinius (4), kaplius (8) ir krūminius (12) dantis. Kandžiais ir iltiniais dantimis maistas atkandamas, o kapliais ir krūminiais — kramtomas. Danties išorinė sandara: vainikėlis, kaklelis, šaknis. Danties vidinė sandara: emalis, dentinas, minkštimas. Seilės išskiria trys poros seilių liaukų (paausinės, poliežuvinės, pažandinės). Seilės yra silpnų šarminių savybių skystis. Jose yra fermentų, virškinančių angliavandenius: seilių amilazė skaido krakmolą į disacharidus, maltazė — disacharidus į gliukozę. Iš burnos maistas nuryjamas per ryklę ir patenka į stemplę, o ši peristaltiniais raumenų susitraukimais jį stumia į skrandį.

Skrandyje gleivinės liaukos išskiria skrandžio sultis. Tai rūgščiosios reakcijos skystis, nes jame yra druskos rūgšties (HCl). Skrandžio sultyse yra fermentų, skaidančių baltymus ir pieno riebalus. Baltymus skaido fermentas pepsinas į peptidus. Pieno riebalus — lipazė į glicerolį ir riebalų rūgštis.

Kiaušinio baltymus skrandyje virškina fermentas pepsinas. Jis veiklus rūgštinėje terpėje ir 37—40 °C temperatūroje. Esant netinkamai temperatūrai ar terpės pH, pepsinas denatūruoja ir baltymo neskaido. Siekiant iširti optimalias pepsino veikimo sąlygas, galima į keletą mėgintuvėlių po lygiai įpilti kiaušinio baltymo vandeninio tirpalo bei acidinpepsino vandeninio tirpalo ir sudaryti juose skirtingas temperatūrines bei terpės rūgštingumo sąlygas. Mėgintuvėlius pakaitinus verdančiame vandenyje, nesuskaidytas kiaušinio baltymas iškrinta baltais dribsniais. Taigi mėgintuvėlyje, kuriame buvo rūgštinė terpė bei 40 °C temperatūra, kiaušinio baltymas suskaidytas ir pakaitinus baltų dribsnių nesusidarys.

Iš skrandžio maistas patenka į **dvylikapirštę žarną**. Į ją atsiveria kepenų ir kasos ištekamieji latakai.

Kepenys gamina tulžį, kuri tulžies pūslės latakais teka į dvylikapirštę žarną ir ten riebalus suskaido į smulkius lašelius. Kepenys yra virškinimo liauka, bet atlieka ir kitas funkcijas: reguliuoja gliukozės kiekį kraujyje — gliukozės perteklių paverčia glikogenu, o esant trūkumui, glikogeną, baltymus, riebalus paverčia gliukoze; sulaiko ir nugenksmina nuodingas medžiagas; gamina kraujo plazmos baltymus; suardo senus eritrocitus.

Kasa gamina kasos sultis, kuriose gausu virškinimo fermentų, veiklių šarminėje terpėje. Dvylikapirštėje žarnoje jie virškina baltymus, riebalus, angliavandenius. Baltymus skaido fermentas tripsinas į aminorūgštis; angliavandenius — fermentai amilazė ir maltazė į monosacharidus; riebalus — fermentas lipazė į glicerolį ir riebalų rūgštis.

Iš dvylikapirštės žarnos maistas toliau slenka **plonąja žarna**, stumiamas peristaltinių judesių. Plonosios žarnos gleivinės paviršius turi daugybę mažų išaugų, vadinamų žarnų gaureliais. Kiekviename gaurelyje yra kraujagyslė ir limfagyslė. Plonojoje žarnoje, veikiant žarnų sulčių fermentams, maisto medžiagos baigiamos virškinti ir įsiurbiamos į žarnų gaurelių kraujagysles (aminorūgštys ir monosacharidai) bei limfagysles (glicerolis ir riebalų rūgštys). Kraujas iš plonosios žarnos kraujagyslių teka į kepenis vartų vena.

Iš plonosios žarnos nesuvirškintos maisto liekanos patenka į **storąją žarną**. Jos gleivinė yra be gaurelių. Storosios žarnos funkcijos: gamina sultis, kuriose gausu gleivių, padedančių slinkti nesuvirškintoms maisto liekanoms; įsiurbia vandenį ir mineralines medžiagas bei vitaminus; storojoje žarnoje bei apendikse veisiasi bakterijos (žarninės lazdelės), padedančios susidaryti K ir B grupės vitaminams.

Iš nesuvirškintų maisto liekanų formuojasi išmatos. Jos patenka į **tiesiąją žarną** ir periodiškai pašalinamos pro išeinamąją (analinę) angą.

Maiste esančios medžiagos ir jų reikšmė organizmui

Maisto produktuose yra įvairių medžiagų: baltymų, riebalų, angliavandenių, vitaminų, vandens, mineralinių medžiagų.

Baltymai yra pagrindinė statybinė ląstelių medžiaga. Iš jų organizmas gamina apsaugines medžiagas — antikūnus. Kraujo baltymas hemoglobinas aprūpina organizmą deguonimi. Fermentai ir daugelis hormonų yra baltyminės medžiagos. Baltymų gausu piene ir jo produktuose, mėsos, žuvyje, kiaušiniuose, ankštinėse daržovėse.

Riebalai yra puikus energijos šaltinis. Su riebalais žmogus gauna nepakeičiamų polinesočiųjų riebalų rūgščių (augaliniuose riebaluose — aliejuose) ir riebaluose tirpių vitaminų. Riebalai dalyvauja kai kurių hormonų gamyboje. Riebalų gausu aliejuose, taukuose, svieste, riebioje mėsos ir žuvyje.

Angliavandeniai — svarbiausias žmogaus organizmo energijos šaltinis. Tačiau dalis polisacharidų (celiuliozė, pektinas, ligninas) žmogaus organizme nėra suvirškinami ir vadinami skaidulinėmis medžiagomis. Nors iš jų nepasisavinama energija, šios medžiagos labai svarbios, nes pagerina žarnyno peristaltiką. Gaunant jų nepakankamai, gali užkietėti viduriai, sutrinka riebalų apykaita, žarnyne atsiranda polipų, susergama cukriniu diabetu, ateroskleroze. Angliavandenių ir skaidulų gausu daržovėse, vaisiuose, grūdiniuose produktuose.

Vitaminai — tai organinės medžiagos, nedideliais kiekiais būtinos medžiagų apykaitai. Jų organizmas pasigaminti negali. Dauguma vitaminų yra dalis kofermentų, kurie reikšmingi fermentų veikloje. Vitaminai skirstomi į tirpius riebaluose (A, D, E, K) ir vandenyje (B grupės, C, H, P, PP).

A — būtinas regėjimui, odai ir gleivinėms, kaulų ir dantų formavimuisi, nervų sistemos veiklai, infekcinių ligų profilaktikai. Vitamino A gausu ryškiai žaliose ar geltonose daržovėse, pieno produktuose, žuvies taukuose, kepenyse, svieste. Trūkstant šio vitamino, išsivysto vištakumas.

B₁ — svarbus angliavandenių apykaitai, nervų sistemos veiklai, gerina apetitą, širdies ir raumenų darbą. Gausu kiaušiniuose, kepenyse, nemaltuose grūduose, mielėse.

B₂ — gerina medžiagų apykaitą, būtinas baltymų sintezei, kaulų čiulpų funkcijai, regėjimui. Gausu nemaltuose grūduose, piene, žaliose daržovėse, kepenyse, mielėse.

B₆ — svarbus aminorūgščių apykaitai, galvos smegenų veiklai, dalyvauja Na ir P apykaitoje, skatina kraujo gamybą, stiprina imunitetą. Gausu mėsos, žuvyje, kepenyse, kiaušiniuose, riešutuose, nemaltuose grūduose.

B₁₂ — svarbus eritrocitų gamybai, kraujo krešėjimui, kepenų funkcijoms, cholesterolio apykaitai. Gausu mėsos gaminiuose, pieno produktuose.

C — gerina medžiagų apykaitą, reikšmingas baltymų sintezės procesams. Gausu citrusinių, erškėčių, svarainių vaisiuose, juoduosiuose serbentuose, pomidoruose, svogūnuose. Trūkstant šio vitamino, išsivysto skorbutas.

D — reikšmingas Ca ir P apykaitai, nuo jo priklauso kaulų ir dantų sveikata. Gausu žuvyje ir žuvų taukuose, kiaušiniuose, kepenyse, svieste. Šio vitamino stoka sukelia rachitą.

E — būtinas vaisiaus išnešiojimui, eritrocitams susidaryti. Gausu žaliose lapinėse daržovėse, nemaltuose grūduose, kepenyse, svogūnuose, aliejuje.

Vanduo. Vanduo yra ląstelių ir audinių sudedamoji dalis. Tai terpė, kurioje vyksta organizmo cheminės reakcijos. Jis būtinas palaikant pastovią druskų apykaitą, šalinant medžiagų apykaitos produktus, medžiagų pernašai.

Mineralinės medžiagos. Organizmui būtini įvairūs cheminiai elementai: Ca, Fe, K, Na, P, Mg, Zn, Cl, J ir kt.

Ca — pagrindinė kaulų ir dantų sudedamoji dalis, reikšmingas nervų, raumenų, širdies darbui, būtinas kraujo krešėjimui. Gausu pieno produktuose, žaliose lapinėse daržovėse, kruopose, kiaušiniuose.

Fe — hemoglobino sudėtinė dalis, būtina aprūpinant audinius deguonimi. Gausu nemaltuose grūduose, žaliose lapinėse daržovėse, mėsos, kepenyse, kiaušiniuose, riešutuose.

Maisto produktų kaloringumas

Kasdieninei organizmo gyvybinei veiklai reikia gauti tam tikrą energijos kiekį. Didžiausias energijos šaltinis yra riebalai. Iš baltymų ir angliavandenių gaunama dvigubai mažiau energijos. Jeigu suaugęs žmogus su maistu energijos gauna per daug, tunka, o jei per mažai — liesėja. Maisto produktų etiketėse nurodoma jų sudėtis ir kaloringumas, t. y. energijos kiekis kcal arba kJ 100 g produkto. Tai sužinoti galima ir enciklopedijose ar specialiuose žinyuose. Pavyzdžiui, žmogus suvalgė varškės (80 g) su grietine (50 g) ir cukrumi (10 g), užkąsdamas rieke batono (30 g). Kiek energijos (kcal) jis gavo? Apskaičiuoti galima naudojantis lentelėje pateiktais duomenimis.

Maisto produktas	Energinė vertė 100 g produkto (kcal)
Batonas	234
Varškė (9 % riebumo)	149
Grietinė (30 % riebumo)	291
Cukrus	374

Suvalgęs 80 g varškės, žmogus gavo: $\frac{80 \cdot 149}{100} = 119$ kcal.

Suvalgęs 50 g grietinės, žmogus gavo: $\frac{50 \cdot 291}{100} = 146$ kcal.

Suvalgęs 10 g cukraus, žmogus gavo: $\frac{10 \cdot 374}{100} = 37$ kcal.

Suvalgęs 30 g batono, žmogus gavo: $\frac{30 \cdot 234}{100} = 70$ kcal.

Iš viso: $119 + 146 + 37 + 70 = 372$ kcal.

Virškinimo sistemos ligos ir jų profilaktika

Liga	Priežastys ir požymiai	Profilaktikos priemonės
Dantų ėduonis (kariesas)	Danties kietųjų audinių irimas, sukeltas bakterijų išskiriamų rūgščių. Bakterijos maitinasi tarpdančiuose susikaupusiais maisto likučiais. Gendančius dantis skauda	Reikia kruopščiai valyti dantis, valgyti mažiau saldumynų, nevalgyti pakaitomis tai karšto, tai šalto maisto, nekąsti kietų produktų
Gastritas (skrandžio uždegimas)	Kyla suvalgius sugedusių, sunkiai virškinamų, labai riebių maisto produktų, piktnaudžiaujant alkoholiu. Ligonis jaučia skausmą skrandyje, netenka apetito, vemia	Maitintis tik šviežiais ir tinkamai paruoštais maisto produktais, nevartoti alkoholio
Skrandžio ir dvylikapirštės žarnos opa	Gali sukelti netinkama mityba, nerviniai stresai, rūkymas, alkoholio vartojimas. Jaučiami stiprūs skausmai. Ligonis gali vemti krauju	Vengti stresų, laikytis darbo ir poilsio režimo, reguliariai ir tinkamai maitintis, nerūkyti, nevartoti alkoholio
Kepenų cirozė	Vystosi piktnaudžiaujant alkoholiniais gėrimais, persirgus hepatitu. Kepenys sukieta, perauga jungiamuoju audiniu, ima irti. Jaučiamas skausmas dešiniajame šone, padidėja pilvas, netenkama apetito	Nevartoti alkoholinių gėrimų, saikingai maitintis, gydyti kepenis pažeidžiančias ligas
Tulžies pūslės akmenligė	Gali sukelti medžiagų apykaitos sutrikimai, tulžies pūslės ir lataų nuolatiniai uždegimai, riebus maistas, nejudrus gyvenimo būdas, paveldimumas	Saikingai vartoti riebalus, sveikai maitintis, daug judėti

MEDŽIAGŲ PERNAŠA IR ŠALINIMAS

Deguoies patekimas į augalų, bestuburių ir stuburinių organizmą

Deguois (O_2) reikalingas visiems gyviesiems organizmams kvėpuoti. Į augalus oras su O_2 patenka pro lapų žiotėles, stiebo žievėje esančias angeles, o į šaknis — iš dirvožemio pro dengiamojo audinio ląsteles. Žiotelę sudaro dvi varstomosios ląstelės ir tarpas tarp jų — žiotelės

plyšys. Dujų apykaita tarp oro pripildytų tarpuląsčių ir augalo ląstelių vyksta difuzijos būdu. Vandens augalai žiotelių neturi, oro atsargas kaupia lapuose ir stiebuose, tarpuose tarp ląstelių. Iš čia gauna kvėpavimui reikalingą O_2 . Rudenį, kai augalai praranda lapus, kvėpavimas sulėtėja, bet kvėpuoja šaknys, stiebai, pumpurai.

Į vienląsčius organizmus, duobagyvius O_2 patenka iš aplinkos visu kūno paviršiumi difuzijos būdu. Plokščiosios ir žieduotosios kirmėlės kvėpuoja oda. O_2 difuzijos būdu patenka į slieko kūne esančias kraujagysles. Kraujas jį išnešioja po visą kūną, surenka CO_2 , kuris taip pat pašalinamas pro odą. Kad difuzija būtų efektyvi, paviršius turi būti drėgnas, plonas, didelis, palyginti su kūno dydžiu.

Dauguma vandens gyvūnų turi žiaunas, išraizgytas kraujagyslių. Vanduo skalauja žiaunas, į kraują patenka vandenyje ištirpęs O_2 , o iš kraujo į vandenį išsiskiria CO_2 . O_2 į organizmo ląsteles nuneša kraujas. Taip O_2 apsirūpina visos žuvys, dauguma moliuskų ir vėžiagyvių.

Visi vabzdžiai ir voragyviai apsirūpina O_2 pro kvėptukus, nuo kurių į kūno gilumą išsidėsčiusios trachėjos. Jos kartu su atsišakojančiais vamzdeliais tracheidėmis sudaro vidinį tinklą, pro kurio sienelės į ląsteles praskverbia iš oro O_2 . Tuo pačiu keliu iš kūno ląstelių pašalinamas CO_2 . Vabzdžių trachėjų sistema tiekia deguonį į ląsteles taip efektyviai, kad kraujotakos sistema dujų apykaitai neturi reikšmės.

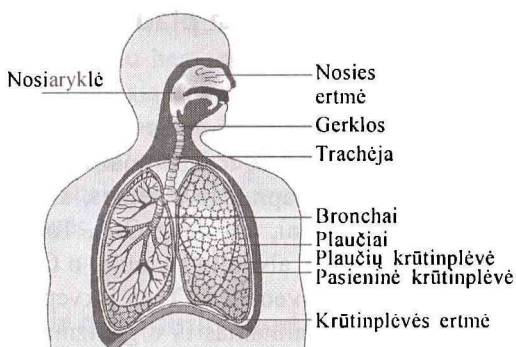
Sausumos stuburiniai (varliagyviai, ropliai, paukščiai, žinduoliai) kvėpuoja plaučiais, kuriuose gausu kraujagyslių. Plaučių alveolėse difuzijos būdu vyksta dujų apykaita. Paukščiai dar turi ir oro maišus. Įkvėpiamas oras patenka į juos, o iškvėpiamas pro plaučius. Jų kvėpavimas vadinamas dvigubu.

Žmogaus kvėpavimo sistema

Žmogaus kvėpavimo sistemą sudaro kvėpavimo takai, kuriais oras patenka į plaučius, ir plaučiai, kuriuose vyksta dujų apykaita. **Kvėpavimo takai** — tai nosies ertmė, nosiaryklė, gerklos, trachėja, bronchai. Nosies ertmę kaulinė-kremzlinė pertvara dalija į dešinę ir į kairę puses, o kiekvienoje iš jų yra landos. Jos padidina nosies ertmės paviršiaus plotą. Kvėpavimo takus dengia virpamasis epitelis, kurio plaukeliai kartu su liaukų išskirtomis gleivėmis nugenksmina mikroorganizmus ir sulaiko dulkes. Nosies ertmėje oras sušyla ir sudrėksta.

Pro nosiaryklę oras patenka į gerklas. Tai kvėpavimo organas, kuriame yra balso aparatas. Gerklas sudaro kremzlės, sujungtos raumenimis ir raiščiais. Kad į gerklas nepatektų ryjamas maistas, jas uždaro antgerklis.

Balso aparatą sudaro balso stygos ir balso plyšys. Kai žmogus tyli, balso stygos būna viena nuo kitos nutolusios, o balso plyšys panašus į trikampį. Kalbant jos susispaudžia, iškvepiamas oras jas virpina ir susidaro garsas. Kuo dažniau virpinamos stygos, tuo aukštesnis balsas. Moterų balso stygos trumpesnės, todėl jų virpėjimas dažnesnis ir balsas aukštesnis.



30 pav. Kvėpavimo organų sistema

Iš gerklų oras patenka į trachėją. Priekinę jos sienelę sudaro kremzliniai pusžiedžiai, sujungti raumenimis ir raiščiais, o užpakalinė yra minkšta. Trachėja šakojasi į du bronchus, kurių sienelės yra kremzliniai žiedai, o bronchai — į bronchioles, kurių sienelės suplonėja ir baigiasi oro maišeliais — alveolėmis.

Plaučiai yra sudaryti iš bronchiolių ir alveolių. Alveolių sienelės sudarytos iš vieno ląstelių sluoksnio ir apraizgytos kapiliarais. Alveolių vidinis paviršius padengtas biologiškai aktyvių medžiagų plėvele, kuri neleidžia alveolėms subliūkšti ir naikina mikroorganizmus. Kapiliarų sienelės taip pat sudarytos iš vieno ląstelių sluoksnio. Tai rodo plaučių prisitaikymą vykdyti dujų apykaitą.

Degūnies patekimas į plaučius ir anglies dioksido pašalinimas

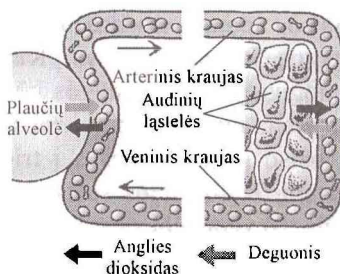
Iš išorės plaučius dengia plaučių krūtinplėvė, o aplink juos yra hermetiška krūtinplėvės ertmė. Įkvepiant ir iškvepiant plaučių alveolėse oras nuolat keičiasi. Kvėpavimo judesius reguliuoja pailgosiose smegenyse esantis kvėpavimo centras. Jo veiklą sąlygoja CO_2 kiekis kraujyje. Nervinis impulsas iš kvėpavimo centro pasiekia tarpšonkaulinius raumenis ir diafragmą, todėl jie susitraukia. Tuo metu šonkauliai pakyla, diafragma pasidaro plokščia, krūtinės ertmės tūris padidėja, išsipučia plaučių alveolės ir oras pro kvėpavimo takus veržiasi į plaučius. Tai yra įkvėpimas, kurio metu O_2 su oru patenka į plaučius. Paskui tarpšonkauliniai ir diafragmos raumenys atsipalaiduoja, krūtinės ertmės tūris sumažėja, plaučiai traukiasi, o oras iš alveolių stumiamas lauk. Tai iškvėpimas.

Dujų apykaita plaučiuose ir audiniuose

Alveolėse yra įkvėptas oras, kurio sudėtyje yra daug O_2 ir labai mažai CO_2 . Kapiliarų, kurie apraizgo alveoles, kraujyje O_2 yra mažai, bet daug CO_2 . Todėl O_2 difunduoja iš alveolių į kraują, o CO_2 — iš kraujo į alveoles. CO_2 su iškvepiamu oru yra pašalinamas iš organizmo.

O_2 kraujyje susijungia su raudonųjų kraujo kūnelių hemoglobinu ir sudaro junginį oksihemoglobiną. Arterinis kraujas O_2 neša į organizmo audinių ląsteles. Į audinius atitekėjusiam kraujyje O_2 yra daugiau, o audinių ląstelėse jo mažiau. Todėl O_2 iš kraujo difunduoja į audinių ląsteles.

Ląstelėse vyksta viduląstelinis kvėpavimas, O_2 naudojamas įvairiems cheminiams procesams, organinėms medžiagoms skaidyti, tuo metu išsiskiriant energijai ir susidarant dideliu kiekiui CO_2 ir H_2O . CO_2 difunduoja iš ląstelių į kraują, kur jo koncentracija mažesnė. Mažesnioji dalis CO_2 sudaro nepatvarų junginį su hemoglobinu, o didžioji dalis jungiasi su kraujo druskomis ir veninio kraujo nunešama į plaučius.



31 pav. Dujų apykaita plaučiuose ir audiniuose

Užteršto oro ir rūkymo poveikis žmogui

Rūkymas — labai paplitusi narkomanijos rūšis. Tabako dūmai pažeidžia lūpų, liežuvio, gomurio ir gerklų gleivinę, sukelia sausą kosulį ir burnos infekciją. Pablogėja rūkalių uoslė, atsiranda blogas kvapas iš burnos, gelsta dantys ir pirštai, atsiranda skreplių. Sumažėja organizmo atsparumas peršalimui, dažniau sergama infekcinėmis ligomis. Rūkymas taip pat veikia balso stygas, balsas užkimsta, tampa duslus, gali net visai dingti. Rūkančio žmogaus alveolės praranda tamprumą, sukieta, todėl pasunkėja kvėpavimas ir dujų apykaita. Rūkymas yra dažna mirties priežastis, nes sukelia aterosklerozę, širdies infarktą, lėtinį bronchitą, skrandžio ir dvylikapirštės žarnos opaligę ir lūpų, liežuvio, gerklų, plaučių, kasos, šlapimo pūslės vėžį. Ypač rūkymas kenkia besivystančiam organizmui, todėl rūkalių mažesnis svoris ir ūgis, menkesni protiniai sugebėjimai. Be to, rūkant teršiamas oras, o nuorūkomis — aplinka.

Užterštas oras kenkia žmogaus sveikatai. Azoto junginiai neigiamai veikia gleivinę, sukelia jos uždegiminius procesus. Atmosferos dulketumas

ir sieros junginiai skatina kvėpavimo takų ir plaučių ligas. Anglies monoksidas sudaro patvarų junginį su kraujo hemoglobinu, todėl kvėpuojant oru, kuriame yra daug smalkių, gresia apsinuodyti ir prarasti sąmonę. Švino junginiai sukelia virškinimo organų ligas, smegenų veiklos sutrikimus. Jie kaupiasi organizme. Atmosferos teršalai susimaišo su rūku ir aplinkoje formuojasi smogas. Jis labai pavojingas sveikatai, nes dėl jo pasaulio didmiesčiuose miršta žmonės.

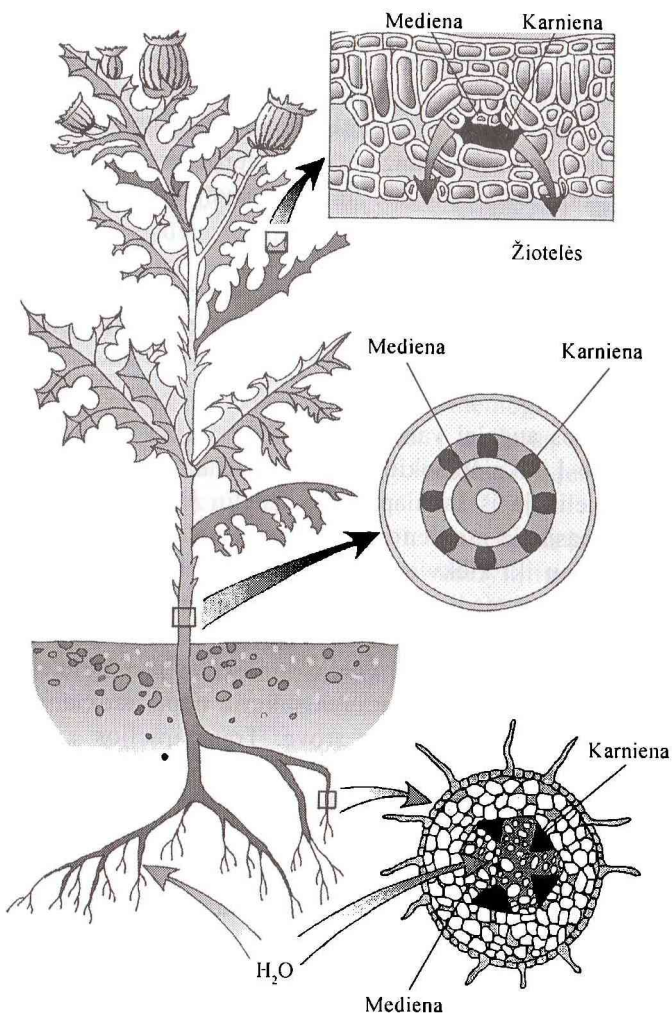
Vandens, neorganinių ir organinių medžiagų judėjimas augaluose

Sausumos augalai vandenį iš dirvos siurbia šakniaplaukiais. H_2O iš dirvožemio į šakniaplaukių ląsteles patenka osmoso būdu. Įsiurbtas H_2O toliau keliauja iš šakniaplaukių ląstelių į gretimas ląsteles skersai šaknies, kol pasiekia **medienos vandens indus**. Jie suformuoja ilgus kanalus nuo šaknų iki kiekvieno lapo ar žiedo. Patekę į lapus, H_2O dėl osmosinio slėgio iš medienos vandens indų juda į gretimas lapo ląsteles. Kai lapo žiotelės prasivėrusios, H_2O išgaruoja iš lapo į orą. Šis reiškinys vadinamas **transpiracija**. Kai vienos molekulės pro žiotelės išgaruoja, į jų vietą traukiamos kitos. Ši trauka sukuria nepertraukiamą H_2O srautą augalu, vadinamą transpiracijos srove. Transpiracijos greitis priklauso nuo šviesos intensyvumo, temperatūros, oro judėjimo ir drėgmės.

Ištirpusios neorganinės medžiagos į šakniaplaukius difunduoja pagal koncentracijos gradientą. Jos nešamos iš dirvožemio transpiracijos srovės ir pasiskirsto augale, todėl neorganinių medžiagų koncentracija šaknų ląstelėse būna maža, o koncentracijos gradientas palankus naujoms medžiagoms judėti iš dirvos į šaknį.

Ištirpusios neorganinės medžiagos juda medienos vandens indais. Tuo galima įsitikinti pamerkus į rašalą ar nudažytą vandenį pelargonijos lapų su ilgais lapkočiais arba kambarinės gėlės spriegės mažų šakelių. Perpjovę jų stiebus pamatysime, kad jais į lapus kilo H_2O , nudažydamas gyslas rašalo spalva. Atlikę tokį bandymą su sumedėjusio augalo šakele, pamatysime, kad rašalas medieną nudažė tik tenai, kur yra jos vandens indai.

Lapuose vyksta fotosintezė, kurios metu pasigamina gliukozė. Ši kartu su vandeniu juda iš ląstelės į ląstelę, kol pasiekia **rėtinius indus**. Jie yra stiebo **karnienoje**. Rėtiniais indais gliukozė juda iš lapų į visus kitus augalo organus. Ne visas organines medžiagas augalas iš karto sunaudoja maitinimuisi ir jaunų organų augimui. Atsargos kaupiasi vaisių, sėklų,



32 pav. Medžiagų judėjimas augaluose

šaknų, stiebų ląstelėse. Medžių ir krūmų maisto medžiagos kaupiasi ir medienoje, o pavasarį ištirpusios vandenyje medienos indais kyla iš šaknų į pumpurus.

Kraujo reikšmė medžiagų pernašai

Suskaitytos maisto medžiagos įsiurbiamos plonosiose žarnose į kraujagysles ir limfagysles dviem būdais. Gliukozę ir aminorūgštis žarnų ląstelės aktyviai paima ir nugabena į kraujagysles. Riebalų rūgštys ir

glicerolis pasyviuoju difuzijos būdu patenka į limfagysles. Didžioji dalis maisto medžiagų su krauju vartų vena patenka į kepenis. Čia perdirbama gliukozė, o perteklius verčiamas glikogenu. Kai gliukozės koncentracija kraujyje sumažėja, glikogenas vėl skaidomas į gliukozę, kuri patenka į kraują ir nunešama į kūno ląsteles.

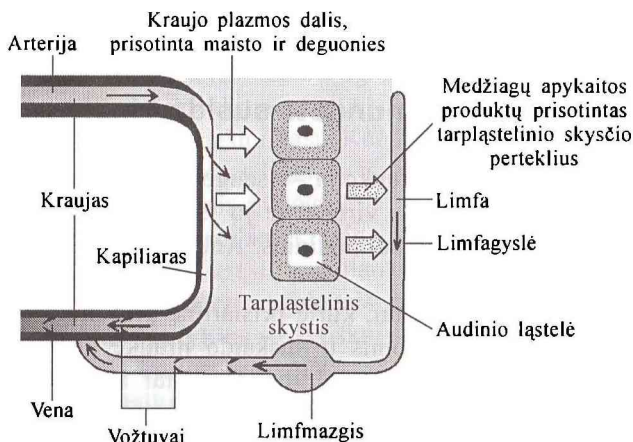
Kraujas išnešioja ir aminorūgštis. Aminorūgščių perteklius nekaupiamas, jį suskaido kepenų fermentai. Aminorūgštis kraujas neša į visas kūno ląsteles, jos naudojamos ląstelių baltymams — fermentams, hormonams, antikūnams — sintetinti.

Riebalų rūgštys ir glicerolis patenka į žarnų gaurelių ląsteles ir vėl susijungia į riebalų molekules, kurios patenka į limfagysles. Limfagyslės jungiasi į limfinius latakus, kuriais limfa su riebalais suteka į venas.

Kraujagyslės šakojasi į kapiliarus, kuriais išvardytos maisto medžiagos pasiekia kiekvieną kūno ląstelę, o medžiagų apykaitos atliekos (CO_2 , H_2O , šlapalas) kraujagyslėmis keliauja į šalinimo organus.

Žmogaus organizmo vidinė terpė — vieninga sistema

Dauguma kūno ląstelių neturi ryšio su išorine aplinka. Jų gyvybinei veiklai sudaro sąlygas vidinė organizmo terpė — kraujas, audinių skystis ir limfa. Pro plonas kapiliarų sienelės prasiskverbia dalis kraujo plazmos, kuri pasiskirsto tarp audinių ląstelių, jas skalauja ir sudaro audinių skystį. Jis aprūpina audinių ląsteles maisto medžiagomis ir surenka



33 pav. Vidinės organizmo terpės schema

iš jų medžiagų apykaitos produktus. Audinių skystis su medžiagų apykaitos produktais suteka į limfinius kapiliarus, paskui į stambesnes limfagysles. Čia tekantis audinių skystis vadinamas limfa. Ji nuo audinių skysčio skiriasi tuo, kad turi didesnę medžiagų apykaitos produktų koncentraciją. Limfiniai kapiliarai aklini, jų yra visuose audinių tarpuląsčiuose, išskyrus galvos ir nugaros smegenis, akies vidų. Limfagyslėse yra vožtuvai, neleidžiantys limfai tekėti atgal, ir limfmazgiai, kurie tarsi filtrai sulaiko mikroorganizmus, juose formuojasi limfocitai. Limfagyslės susijungia į du limfinius latakus, kuriais limfa suteka į stambiąsias venas. Tokiu būdu iš kraujo plazmos susidaręs audinių skystis vėl grįžta į kraują.

Kraujo krešėjimas yra kraujo apsauginė funkcija

Kraujo krešėjimas — tai organizmo prisitaikymas apsisaugoti nuo kraujo netekimo. Šis procesas sudėtingas ir susideda iš daugelio biocheminių reakcijų. Kai pažeidžiama kraujagyslė, trombocitai susirenka pažeistoje vietoje ir iš dalies sulaiko kraujo tekėjimą. Jie išskiria protrombino aktyvatorių, kuris protrombiną paverčia trombinu. Šiai reakcijai reikalingi Ca jonai ir vitaminas K. Trombinas veikia kaip fermentas, todėl tirpus kraujo plazmos baltymas fibrinogenas virsta netirpiu fibrinu, kuris jungiasi ir sudaro ilgus fibrino siūlus. Šie apsvynioja apie trombocitų kamštį ir sudaro krešulio pagrindą. Eritrocitai įstringa tarp fibrino siūlų, todėl krešulys būna raudonas, o į jo paviršių išsiskiria skaidrus kraujo serumas. Krešulys kietėja ir sutraukia žaizdos sienelės. Kraujo krešėjimo sutrikimas yra paveldima liga — hemofilija. Ja sergantis žmogus gali visiškai nukraujuoti ir mirti net lengvai susižeidęs.

Kraujo reikšmė imuniteto susidarymui

Pagrindinė leukocitų funkcija — saugoti organizmą nuo antigenų. **Antigenai** — tai bakterijos, virusai ir jų išskiriami toksinai, svetimkūniai, patenkantys į kraują bei audinius. Antigenai atpažįstami ir sunaikinami limfinėje sistemoje.

Fagocitai — tai yra leukocitai, kurie prisitartinę prie mikroorganizmo jį sučiumpa savo pseudopodijomis ir suskaido įtraukę į savo citoplazmą (fagocitozė). Skaidydami svetimkūnius, fagocitai žūva, todėl susidaro pūlinys. Po kurio laiko pūlinys pratrūksta ir jo turinys išteka iš organizmo. Aplink pūlinį susidaro sukietėjimas — infiltratas, sudarytas iš leukocitų, saugančių organizmą nuo infekcijos plitimo.

Kita leukocitų rūšis yra **limfocitai**. Vieni limfocitai naikina svetimas ląsteles, kiti gamina specialias medžiagas antikūnus. **Antikūnai** — tai baltyminės medžiagos, kurios sulipdo svetimkūnius, juos tirpdo ar ardo. Antikūnų yra įvairių, jie naikina tik tuos svetimkūnius, dėl kurių susidarė.

Imunitetas — tai organizmo atsparumas užkrečiamosioms ligoms. Imunitetas gali būti natūralus ir dirbtinis. Natūralus imunitetas gali būti įgimtas ir įgytas. Įgimtas imunitetas yra tada, kai žmogus iš tėvų paveldi antikūnus. Įgytas imunitetas susidaro tada, kai žmogus perserga užkrečiama liga, o jo kraujyje pasilieka tos ligos sukėlėjų antikūnai.

Dirbtinis imunitetas gali būti aktyvus ir pasyvus. Aktyvus imunitetas susidaro tada, kai žmogus yra skiepijamas, jam suleidžiama vakcina, pagaminta iš tam tikros ligos sukėlėjų. Susilpninti ar negyvi ligos sukėlėjai patenka į kraują, todėl organizmas pradeda gaminti antikūnus, apsaugančius jį nuo tos ligos. Pasyvus imunitetas susidaro tada, kai susirgusiam žmogui įleidžiama serumo, kuriame jau yra antikūnų, naikinančių tos ligos sukėlėjus. Žmogaus organizme antikūnai nesusidaro, todėl šis imunitetas yra trumpalaikis. Aktyvus imunitetas yra ilgalaikis, nes pasigaminę antikūnai organizme išlieka ilgai.

ŽIV reikšmė ir perdavimo būdai

ŽIV — tai žmogaus imunodeficito virusas, kuris sukelia **AIDS** — įgytą imunodeficito sindromą. Į organizmą patekęs virusas puola limfocitus, todėl šių mažėja. Tuomet ir nepavojinga liga užsikrėtusiam žmogui gali būti mirtina. ŽIV, patekęs į kraujo ląstelę, nuo jo RNR susintetina DNR molekules. Svetimos DNR įtraukiamos į užkrėstų limfocitų chromosomas. Tokiose ląstelėse gaminasi nauji ŽIV, o vėliau jos sunaikinamos. Virusą siekia sunaikinti fagocitai ir limfocitai, todėl žmogus užsikrėtęs gali būti daug metų, kol susirgs AIDS. Virusai dauginasi labai greitai, nemažai jų būna pakitusių. Nuolat atsiranda naujo tipo ŽIV, kurie labai silpnina imuninį priešinimąsi. Kai žmogus nebeturi imuniteto net paprasčiausioms infekcinėms ligoms, išryškėja AIDS ligos požymiai. Užsikrėsti ŽIV galima šiais būdais:

- **per kraują** — perpilant kraują, naudojantis bendrais švirkštais. Kad žmonės neužsikrėstų perpilant kraują, yra tikrinamas visų donorų kraujas. Bendrais švirkštais dažnai naudojasi narkomanai;
- **per lytinius santykius** — lytiškai santykiaujant, kontaktuoja sperma, gleivės, kuriose yra ŽIV;
- **kai ŽIV užsikrėtusi moteris perduoda savo kūdikiui** — ŽIV užsikrėtusi nėščia moteris virusą perduoda būsimam kūdikiui per placenta gimdydama arba naujagimiui, jeigu jį maitina krūtimi.

Žmogaus kraujotakos sistema

Kraujotakos organų sistemą sudaro širdis, arterijos, venos, kapiliarai bei limfagyslės.

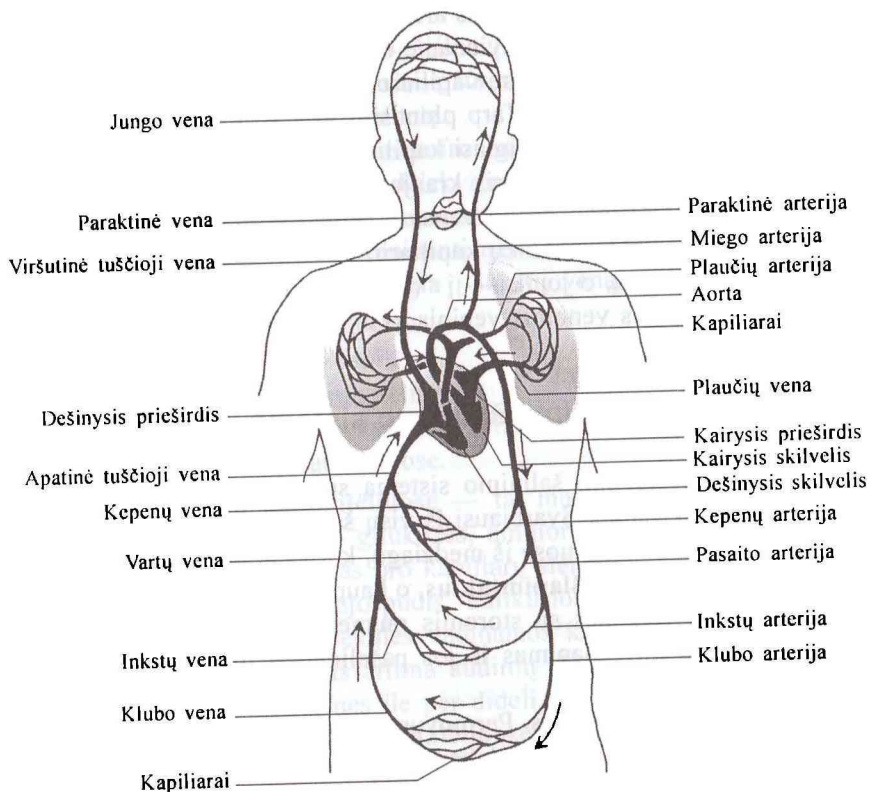
Širdies sandara ir darbas. Širdis yra svarbiausias kraujotakos sistemos organas. Ją gaubia širdiplėvė, kuri išskiria skystį, mažinantį trintį, širdžiai susitraukinėjant. Širdis — raumeningas organas, sudarytas iš dviejų prieširdžių (kairiojo, dešiniojo) ir dviejų skilvelių (kairiojo, dešiniojo). Jos viduje yra pertvara, dalijanti širdį į dešinę pusę, kur yra veninis kraujas, ir kairę, kur yra arterinis kraujas. Širdyje yra vožtuvai. Buriniai vožtuvai yra tarp prieširdžių ir skilvelių. Prieširdžiams susitraukiant, vožtuvai nukąra ir kraujas suteka į skilvelius, užspaudžia vožtuvus, todėl kraujas atgal grįžti negali. Tarp skilvelių ir aortos bei plaučių kamieno yra pusmėnuliniai vožtuvai. Skilveliams susitraukiant, kraujas išteka iš širdies, o grįžti negali, nes kraujas sandariai užspaudžia vožtuvus.

Širdis varinėja kraują, jos darbas ritmingas. Kai vieni skyriai dirba, kiti ilsisi. Prieširdžių ir skilvelių susitraukimas vadinamas sistole, o atsipalaidavimas — diastole. Periodas, per kurį įvyksta vienas širdies susitraukimas ir vienas atsipalaidavimas, vadinamas širdies ciklu. Jo trukmė 0,8 s. Širdies ciklą sudaro trys fazės: 1) prieširdžių susitraukimas (0,1 s), per kurį kraujas iš prieširdžių patenka į skilvelius; 2) skilvelių susitraukimas (0,3 s), per kurį kraujas išstumiamas į arterijas; 3) bendras širdies atsipalaidavimas (0,4 s). Ramybės būsenoje širdis susitraukia 70—75 kartus per minutę. Po bendro širdies atsipalaidavimo prasideda naujas širdies ciklas. Poilsio tarp širdies susitraukimų pakanka raumens darbingumui grąžinti. Širdis susitraukinėja ritmiškai, nepriklausomai nuo aplinkos poveikio — tai vadinama širdies automatizmu. Širdies raumenyje periodiškai kyla jaudinimas, persiduodantis į abiejų prieširdžių, o paskui ir į skilvelių raumenines skaidulas. Todėl pirma susitraukia prieširdžiai, o vėliau skilveliai. Širdies veikla sukelia impulsus, kuriuos galima užrašyti elektrokardiografu, o ši kreivė vadinama elektrokardiograma.

Pulso priklausomybė nuo fizinio krūvio. Tose vietose, kur stambios arterijos yra arti kūno paviršiaus, apčiuopiami pulso tvinksniai. Susitraukiant kairiajam skilveliui, kraujas atsimuša į aortos sienelės, tada arterijose atsiranda tvinkčiojanti spaudimo banga. Toks apčiuopiamas ritmingas arterijų sienelių bangavimas vadinamas **pulsu**. Kiekvienas pulso tvinksnis atitinka vieną širdies susitraukimą. Todėl skaičiuojant pulso tvinksnius, galima suskaičiuoti širdies susitraukimų dažnį per minutę. Jis priklauso nuo fizinio krūvio. Tuo nesunku įsitikinti. Reikia suskaičiuoti pulso tvinksnų skaičių per minutę esant ramybės būsenai, paskui 1—2

minutes daryti pritūpimus. Vėliau pulsą reikia skaičiuoti kas minutę. Pastebėsite, kad didžiausias pulso tvinksnų skaičius buvo padarius pritūpimus, vėliau laipsniškai mažėjo, kol susilygino su pradiniu. Kuo didesnis fizinis krūvis, tuo didesnis pulso tvinksnų dažnis.

Kraujo tekėjimas kraujagyslėmis. Kraujagyslės yra arterijos, venos ir kapiliarai. **Arterijos** — tai kraujagyslės, kuriomis kraujas teka iš širdies. Jų sienelės elastingos, tvirtos ir stangrios, nes jose yra storas lygiųjų raumenų sluoksnis. Arterijomis kraujas teka dideliu spaudimu ir greitai. **Venos** — tai kraujagyslės, kuriomis kraujas teka į širdį. Jų sienelėse yra plonesnis lygiųjų raumenų sluoksnis. Jomis kraujas teka nedideliu spaudimu ir lėčiau, o jam grįžti atgal neleidžia vožtuvai. **Kapiliarai** — tai ploniausios kraujagyslės, išsiraizgiusios po visą organizmą. Jų sienelės sudarytos iš vieno ląstelių sluoksnio. Kapiliarais kraujas teka labai lėtai, nes juose vyksta dujų ir maisto medžiagų mainai.



34 pav. Kraujotakos schema

Mažasis ir didysis kraujo apytakos ratai. Kraujas teka didžiuoju ir mažuoju kraujo apytakos ratais. **Mažasis kraujo apytakos ratas** — tai kelias, kuriuo kraujas teka iš dešiniojo skilvelio į kairįjį prieširdį. Iš dešiniojo skilvelio veninis kraujas stumiamas į plaučių kamieną. Plaučių kamienas šakojasi į dvi plaučių arterijas, kuriomis veninis kraujas atiteka į plaučius. Plaučiuose arterijos išsišakoja į kapiliarus, kurie apraizgo plaučių alveoles. Kapiliaruose vyksta dujų apykaita, veninis kraujas virsta arteriniu. Jis suteka iš kapiliarų į plaučių venas ir jomis įteka į kairįjį prieširdį.

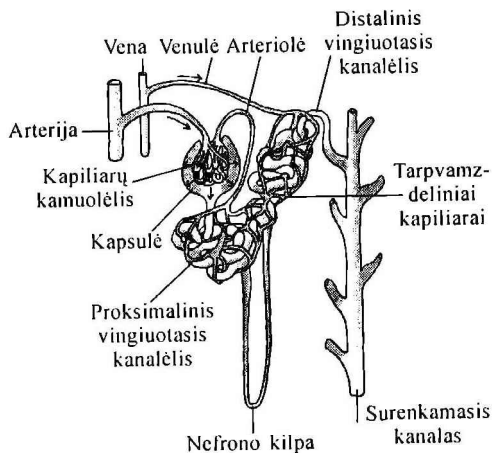
Didysis kraujo apytakos ratas — tai kelias, kuriuo kraujas teka iš kairiojo skilvelio į dešinįjį prieširdį. Iš kairiojo skilvelio arterinis kraujas išstumiamas į aortą. Nuo jos atsišakoja vainikinės arterijos, kuriomis kraujas teka į širdies raumenį. Toliau nuo aortos lanko atsišakoja miego arterija ir paraktinė arterija, kuriomis arterinis kraujas teka į kaklą, galvą ir rankas. Krūtinės ir pilvo ertmėse nuo aortos atsišakoja kepenų, pasaito, inkstų ir klubo arterijos, kuriomis arterinis kraujas teka į krūtinės, pilvo, dubens organus ir kojas. Kiekviename organe arterijos išsišakoja į smulkesnes, o šios — į kapiliarus. Kapiliaruose įvyksta dujų apykaita, arterinis kraujas virsta veniniu. Tarp plonosios žarnos ir kepenų yra vartinė sistema, kuri prasideda ir baigiasi kapiliarais. Iš krūtinės, pilvo, dubens organų ir kojų kapiliarų veninis kraujas suteka į smulkias venas, o jomis — į klubo, inkstų, kepenų venas ir galiausiai — į apatinę tuščiąją veną. Iš galvos, kaklo ir rankų kapiliarų veninis kraujas suteka į jungo veną, paraktinę veną, o jomis — į viršutinę tuščiąją veną. Viršutine ir apatine tuščiosiomis venomis veninis kraujas suteka į dešinįjį prieširdį.

Žmogaus šlapimo šalinimo sistema

Žmogaus šlapimo šalinimo sistemą sudaro inkstai, šlapimtakiai, šlapimo pūslė ir šlaplė. Svarbiausi iš visų šalinimo funkciją atliekančių organų yra **inkstai**. Inkstuose iš medžiagų, kurias atneša kraujas, susidaro šlapimas. Jis suteka į **šlapimtakius**, o kaupiamas **šlapimo pūslėje**. Tai maišelio formos organas su storomis raumeningomis sienelėmis. Susitraukiant raumenims, šlapimas iš jos pašalinamas pro **šlaplę**. Žmogus šlapimą išskiria valingai.

Inksto sandara ir funkcijos. Perpjovus inkstą, galima išskirti tris dalis: žievę, šerdį ir geldeles. Išorinė dalis vadinama inksto žieve. Po žieve yra šerdis, sudaryta iš piramidės formos darinių. Vidinė inksto dalis yra geldelės — tai tuščiavidurė kamera, kurioje renkasi pasigaminęs šlapimas.

Kiekvieną inkstą sudaro mikroskopiniai **nefronai**. Jų daugiausia yra žievėje, bet kai kurie panyra ir į šerdį. Kiekvieną nefroną sudaro kapsulė, proksimalinis vingiuotasis kanalėlis, nefrono kilpa, distalinis vingiuotasis kanalėlis, surenkamasis kanalas. Kapsulė yra puodelio formos. Jos sienelės sudarytos iš lengvai molekules praleidžiančių ląstelių. Proksimalinį vingiuotąjį kanalėlį iškloda daug mitochondrijų turinčios ląstelės ir vidinis šiurkštusis sluoksnis, kuriame glaudžiai išsidėstę mikrogaureliai. Kilpa pereina į distalinį vingiuotąjį kanalėlį, visi kanalėliai sueina į vieną surenkamąjį kanalą, kuriuo šlapimas pro šerdį suteka į inksto geldelę.



35 pav. Nefrono sandara

Šlapimo susidarymas. Kiekvienas nefronas krauju aprūpinamas atskirai. Inkstų arterija skylla į arterioles. Kiekviena arteriolė nefrono kapsulėje sudaro kapiliarų kamuolėlį. Iš jo išeina arteriolė, dar kartą skylanti į tarpvamzdelinių kapiliarų tinklą, apipinantį nefrono kanalėlį. Šie kapiliarai jungiasi į venules, kurios susijungia į inkstų veną, o toliau į apatinę tuščiąją veną.

Šlapimas susidaro trimis etapais:

- filtracija kapiliarų kamuolėliuose,
- atrankinis įsiurbimas inkstų kanalėliuose,
- išskyrimas inkstų kanalėliuose.

Filtracija kapiliarų kamuolėliuose — tai mažų molekulių (vandens, druskų, maisto medžiagų — gliukozės, aminorūgščių, šlapalo, šlapimo rūgšties, kreatinino) perėjimas pro kapiliarų sienelės į nefrono kapsulės vidų. Jį sukelia didelis kraujospūdis. Palikusios kraują ir patekusios į inksto nefrono kapsulę molekulės vadinamos kamuolėlio filtratu, arba pirminiu šlapimu. Jo sudėtis artima audinių skysčio sudėčiai, čia nėra baltymų ir kraujo kūnelių, nes jie per dideli, kad filtruotųsi.

Atrankinis įsiurbimas inkstų kanalėliuose vyksta, kai maisto medžiagos ir didelė dalis vandens pro proksimalinio vingiuotojo kanalėlio sienelės grįžta į tarpvamzdelinius kapiliarus. Tai **reabsorbicija**. Natrio jonai, gliukozė, aminorūgštys grįžta į kraują aktyviosios pernašos būdu.

Chloro jonai, šlapalas į kraują patenka difuzijos būdu, o vanduo — osmoso. Proksimalinio vingiuotojo kanalėlio ląstelės turi mikrop্লাukelių, kurie padidina įsiurbimo paviršiaus plotą, o ląstelėse yra daug mitochondrijų, teikiančių aktyviajai pernašai reikalingą energiją.

Išskyrimas inkstų kanalėliuose vyksta distaliniaame vingiuotajame kanalėlyje, kai iš kraujo aktyviai pašalinama šlapimo rūgštis, vandenilio jonai, amoniakas, penicilinas ir kitos medžiagos. Šiuo metu organizmas atsikrato žalingų medžiagų, kurios neišsifiltravo anksčiau. Susidaręs **galutinis šlapimas** suteka į surenkamąjį kanalą, o juo nuteka į inksto geldelę.

Medžiagų apykaitos atliekų šalinimas iš organizmo

Vykstant medžiagų apykaitai, organizme susidaro šalutiniai ir tarpiniai produktai, dalis kurių sunaudojami, o likusieji šalinami. Vandenyje tirpstančios medžiagos patenka į kraują, kuris jas išneša iš audinių. Šalinimo funkciją organizme atlieka oda, plaučiai, žarnynas ir šlapimo šalinimo sistemos organai. **Odoje** yra prakaito liaukos, pro kurias iš organizmo pašalinama dalis vandens, druskų ir šlapalo. **Plaučių** alveolėse vyksta dujų apykaita, kurios metu iš kapiliaruose esančio veninio kraujo CO₂ patenka į alveoles. Iškvepiamo oro sudėtyje net 4 procentais padaugėja CO₂ kiekis, daugiau atsiranda ir H₂O garų. **Pro žarnyną** su išmatomis pašalinamos nesuvirškintos maisto liekanos, bakterijos ir jų veikimo produktai, gleivinės ląstelės, mineralinės medžiagos, kai kurios druskos. Sutrikus vandens įsiurbimui, iš organizmo pašalinama daug vandens, nes žmogus pradeda viduriuoti.

Oda atlieka termoreguliacijos ir šalinimo funkcijas

Odą sudaro du sluoksniai: antodis — epidermis ir tikroji oda — derma. Po tikrąja oda yra **poodis**, jungiantis odą su gilesniais organais. **Antodis** atlieka apsauginę funkciją.

Tikroji oda išraižyta **kapiliarų**, kurie dalyvauja atliekant **termoreguliacijos** funkciją. Kai organizme temperatūra kyla, kapiliarai išsiplečia ir į juos priteka daugiau kraujo. Žmogaus oda parausta, daugiau šilumos išskiriama iš organizmo į aplinką. Esant žemai aplinkos temperatūrai,

kapiliarai susiaurėja, kraujo tūris juose sumažėja, oda pabąla, šiluma neišskiriama iš organizmo. Žmogaus kūno temperatūra būna pastovi, apie 36,6 °C. Tikrojoje odoje yra **prakaito liaukų**, pro kurias iš organizmo **šalinama** dalis vandens ir druskų. Prakaito liauka prasideda susuktu kamuolėliu, kuris netoli odos paviršiaus išsitiesina. Organizmas, intensyviai šalindamas prakaitą, kūną vėsina, taip padeda palaikyti pastovią jo temperatūrą, atlieka **termoreguliacijos** funkciją. Tikrojoje odoje yra riebalų liaukos, kurios į odos paviršių išskiria riebalus, receptoriai, kurių dėka juntame prisilietimą, temperatūrą, skausmą, slėgį. Į šį sluoksnį būna įsiterpę plaukų maišeliai, kuriuose glūdi plauko svogūnėlis. Prie plauko maišelio prisitvirtinusios plauką pašiaušiančios raumenų skaidulos. Joms susitraukiant, plaukai pasišiaušia, atsiranda vadinamoji žąsies oda. Taip būna išsigandus arba sušalus.

Po tikrąja oda yra **poodis**, kuriame kaupiasi riebalų atsargos. Jis padeda kūną izoliuoti, iki minimumo sumažina šilumos gavimą ir praradimą, tuo prisidėdamas prie **termoreguliacijos**, suteikia kūno formoms apvalumo.

JUDĖJIMAS

Griaučių pagrindinės dalys ir jų funkcijos

Žmogaus griaučiai yra skirstomi į kaukolę, stuburą, krūtinės ląstą ir galūnių griaučius.

Kaukolė skirstoma į dvi dalis: veidinę ir smegeninę. Stambiausi veidinės dalies kaulai yra apatinis ir viršutinis žandikauliai, skruostikaulis, nosikaulis. Smegeninė kaukolės dalis sudaryta iš neporinių kaulų (kaktikaulio, pakauškaulio) ir porinių kaulų (momenkaulių, smilkinkaulių, pleištaukaulių). Kaukolės kaulai saugo galvos smegenis, regos, uoslės, klausos ir kitus organus.

Stuburą sudaro slanksteliai. Jie skirstomi į kaklo — 7 slanksteliai, krūtinės — 12, juosmens — 5, kryžmens — 5, kurie suaugę į kryžkaulį, stuburgalio 1—5, kurie sudaro uodegikaulį. Slankstelius sudaro kūnas, lankas ir ataugos. Tarp slankstelio kūno ir lanko yra anga. Susijungę slanksteliai sudaro stuburo kanalą, kuriame glūdi nugaros smegenys. Stuburas atlieka apsauginę funkciją, suteikia atramą griaučiams, nes jis turi išlinkius, teikiančius daugiau lankstumo ir jėgos.

Krūtinės ląstą sudaro krūtinkaulis ir 12 porų šonkaulių, prisitvirtinusių prie krūtininės dalies stuburo slankstelių. Krūtinės ląsta saugo vidaus organus ir dalyvauja kvėpuojant.

Galūnių griaučiai yra viršutinių galūnių ir apatinių galūnių. **Viršutinių galūnių griaučius** sudaro pečių lankas ir rankų kaulai. Pėčių lanką — poriniai kaulai: mentės ir raktikauliai. Šie kaulai sujungia rankos kaulus su liemens, kūnui suteikia lankstumo. Rankos kaulus sudaro: žastikaulis, dilbio kaulai (alkūnkaulis, stipinkaulis), plaštakos kaulai (riešakauliai, delnakauliai, pirštakauliai).

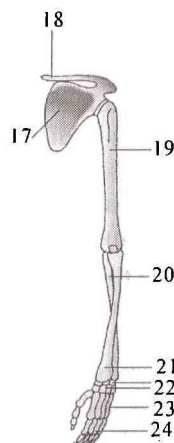
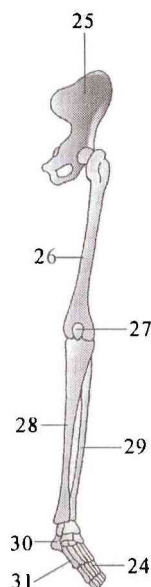
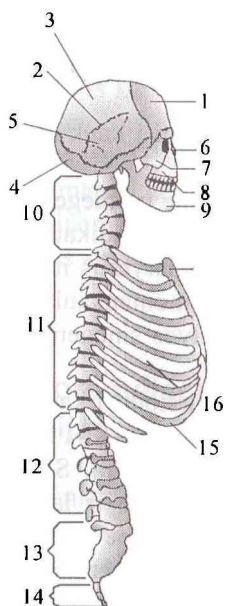
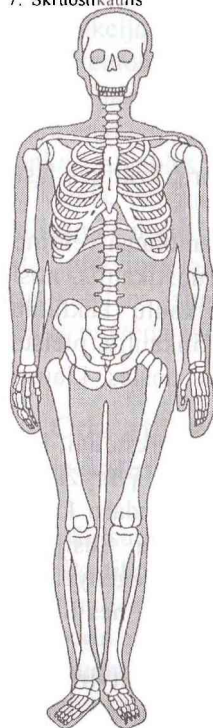
Apatinių galūnių griaučius sudaro dubens lankas ir kojų kaulai. Dubens lanką sudaro du dubenkauliai, o šiuos — klubakaulis, sėdynkaulis ir gaktikaulis. Dubens lankas saugo pilvo ir dubens ertmėse esančius vidaus organus, yra tvirta kojų atrama. Kojų kaulus sudaro: šlaunikaulis, girnelė, blauzdos kaulai (blauzdikaulis, šėivikaulis) ir pėdos kaulai (čiurnakauliai, pėdakauliai, pirštakauliai). Jie atlieka atraminę funkciją.

1. Raktikaulis
2. Pleištakaulis
3. Momenkaulis
4. Pakauškaulis
5. Smūlinkaulis
6. Nosikaulis
7. Skruostikaulis

8. Viršutinis žandikaulis
9. Apatinis žandikaulis
10. Kaklo slanksteliai
11. Krūtinės slanksteliai
12. Juosmens slanksteliai
13. Kryžkaulis
14. Uodegikaulis
15. Šonkauliai

16. Krūtinkaulis
17. Mentė
18. Raktikaulis
19. Žastikaulis
20. Alkūnkaulis
21. Stipinkaulis
22. Riešakauliai
23. Delnakauliai

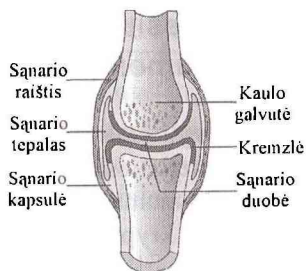
24. Pirštakauliai
25. Dubenkaulis
26. Šlaunikaulis
27. Girnelė
28. Blauzdikaulis
29. Šėivikaulis
30. Čiurnakauliai
31. Pėdakauliai



36 pav. Žmogaus griaučiai

Sąnario sandara

Kaulai tarpusavyje sujungti jungtimis, kurios gali būti: nepaslankios — siūlės, pusiau paslankios ir paslankios — sąnariai. Nepaslankios jungtys yra nejudančios, nes kaulai jungiasi ištisiniu jungiamojo audinio sluoksniu. Pusiau paslankias jungtis sudaro tarp kaulų esantis kremzlinis sluoksnis, todėl jos paslankesnės. Paslanki kaulų jungtis, arba sąnarys, yra sudarytas iš sąnario ertmės, kurioje yra sąnario tepalas, o šį iš viršaus gaubia sąnario kapsulė. Į sąnarį sueinančių kaulų vienas turi sąnario duobę, į kurią įsistato kito kaulo galvutė. Kaulų paviršius dengia kremzlinis sluoksnis, todėl sąnario kaulai gali lengvai judėti. Tarp kaulų yra puse mėnulio formos kremzlių, vadinamų meniskais. Jie padidina stabilumą, padeda atlaikyti sąnariui tenkantį krūvį. Sąnariuose du kaulus jungia ir laiko kartu raiščiai ir raumenys.



37 pav. Sąnarys

Raumenų reikšmė judėjimui

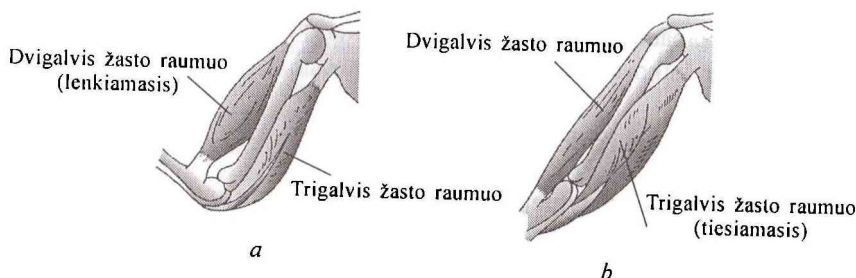
Raumenys esti lygieji ir skersaruožiai. **Lygiųjų raumenų** sluoksnis yra kraujagyslių, virškinimo trakto, šlapimo pūslės sienelėse. Jiems lėtai traukiantis, mažėja šių organų spindis. Jų susitraukimas nepriklauso nuo mūsų valios.

Skersaruožiai raumenys sudaro griaučių ir širdies raumenis. Griaučių raumenų judesiai greiti, priklauso nuo mūsų valios, o širdies nepriklauso. Raumenys yra po oda ir prisitvirtinę prie griaučių. Jiems traukiantis, atliekami kai kurių organų ar kūno judesiai. Dirbantys raumenys padeda palaikyti pastovią kūno temperatūrą. Raumenys atlieka ir apsauginę funkciją — apsaugo vidaus organus.

Pagal vietą organizme griaučių raumenys skirstomi į galvos, kaklo, nugaros, krūtinės, pilvo, galūnių. Prie galvos raumenų priklauso mimikos raumenys, kuriems susitraukiant keičiasi veido išraiška, kramtomieji raumenys, keliantys ir judinantys apatinį žandikaulį. Kaklo ir nugaros raumenys padeda žmogui išlaikyti vertikalią kūno padėtį. Susitraukiant nugaros raumenims, liemuo išsitiesia. Krūtinės raumenys padeda atlikti kvėpavimo ir rankų judesius. Susitraukiant pilvo raumenims, galime lenkti liemenį į priekį, į šonus. Galūnių raumenys svarbūs judant ir dirbant fizinį darbą, atliekant kojų ir rankų judesius, einant, bėgant, šokinėjant. Sėdynės raumenys sutvirtina klubo sąnarį, padeda palaikyti vertikalią kūno padėtį.

Priešingos krypties judesius atliekančių raumenų darbas

Pagal funkcijas griaučių raumenys būna lenkiamieji, sukamieji, atitraukiamieji, tiesiamieji, sutraukiamieji, keliamieji, plečiamieji, nuleidžiamieji. Dauguma jų yra poriniai. Raumenys, kurie susitraukdami atlieka priešingos krypties judesius, vadinami **antagonistais**. Lenkiant ranką per alkūnės sąnarį, dvigalvis žasto raumuo susitraukia ir sutrumpėja, patraukdamas paskui save dilbio kaulus, priversdamas juos pajudėti. Trigalvis žasto raumuo tuo metu būna atsipalaidavęs. Susitraukiant trigalviui žasto raumeniui, ranka ištiesiama per alkūnės sąnarį. Panašiai dirba ir žmogaus kojų raumenys. Raumenys, atliekantys tos pačios krypties judesius, vadinami **sinergistais**.



38 pav. Raumenys antagonistai: *a* — lenkimas, *b* — tiesimas

Judėjimo ir fizinių pratimų reikšmė atramos-judėjimo sistemai

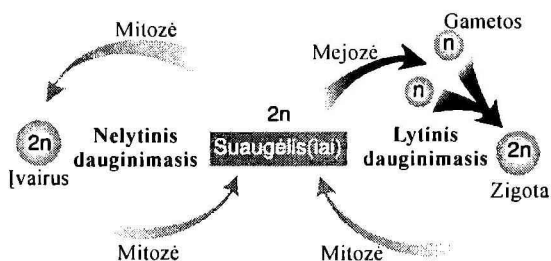
Žmogaus stiprumui, grei tumui, miklumui, ištvermingumui didelę reikšmę turi fiziniai pratimai. Jie padeda formuoti griaučius. Kaulai labiau auga tose vietose, kur jie yra tempiami. Kuo intensyviau vystosi kūno raumenys, tuo tvirtesni darosi griaučių kaulai. Kai žmogus mažai juda ir nutunka, labiau slegiamas kojų sąnarių atraminis paviršius. Tai sutrikdo atraminio aparato formavimąsi, todėl sergama sąnarių ligomis. Į dirbantį organizmą patenka daugiau kraujo negu į besilaisintį. Juo didesnę darbą atlieka raumenys, tuo daugiau jie gauna maisto medžiagų ir deguonies, todėl greičiau auga, storėja ir visas kūnas stiprėja.

DAUGINIMASIS IR INDIVIDUALUS VYSTYMASIS

Nė vienas individas negyvena amžinai. Dauginimasis — viena iš svarbiausių gyvybės savybių. Kad išliktų rūšis, organizmai turi sugebėti daugintis. Tik dauginamiesi tėviniai individai perduoda paveldimąsias ypatybes savo palikuonims. Gamtoje esama dviejų dauginimosi būdų: tai **nelytinis** ir **lytinis**.

Lytinio ir nelytinio dauginimosi skirtumai

Lytinis dauginimasis	Nelytinis dauginimasis
Dalyvauja dvi tėvinės formos	Dalyvauja vienas organizmas
Viename iš gyvenimo ciklų vyksta mejozė ir susidaro haploidinės gametos	Mejozė nevyksta, gametos nesusidaro
Reikalingas apvaisinimas	Apvaisinimo nėra
Palikuonys genetiškai skiriasi	Palikuonys yra identiški
Atsiradę individai gauna kitokias nei tėvų genų kombinacijas, todėl turi daugiau galimybių prisitaikyti prie naujų, kintančių aplinkos sąlygų	Turi šių galimybių mažiau



39 pav. Du pagrindiniai dauginimosi modeliai

Nelytinis dauginimasis kaip natūralus klonavimasis

Nelytinio dauginimosi būdu per trumpą laiką gali atsirasti daug vienodų palikuonių. Nelytiškai gali daugintis tiek vienaląsčiai, tiek kai kurie daugialąsčiai organizmai. Šiuo būdu besidauginantiems nereikia

eikvoti energijos partneriui susirasti. Organizmai gali veiksmingai išnaudoti palankias aplinkos sąlygas. Šiuo metu labai domimasi žmogaus klonavimo galimybėmis, o gamtoje šis procesas vyksta natūraliai ir apima įvairias organizmų grupes. Taigi gamtoje egzistuoja natūralūs klonai, gauti nelytinio dauginimosi būdu. **Klonas** — tai daugybė molekulių, virusų arba ląstelių, identišku pradiniam egzemplioriui. **Klonavimas** yra individo kopijos pagaminimas, nelytinio dauginimosi atmaina. Organizmui klonuoti pakanka vienos ląstelės genų.

Vienaląsčių organizmų nelytinio dauginimosi pavyzdžiai

- Prokariotų ląstelių dalijimasis pusiau — skilimas (dvinaris dalijimasis). Taip dalijasi įvairios bakterijos esant palankioms sąlygoms. Pagrindinė genetinių pokyčių priežastis šiuose organizmuose yra mutacijos.
- Vienaląščiai dumbliai, pavyzdžiui, valkčiadumblis, palankiu metu dalijasi suformuodamas sporas su žiuželiais.
- Pirmuonys (ameba, klumpelė) palankiu metu dalijasi skilimo pusiau būdu.
- Mielės — vienaląščiai mikroskopiniai grybai, dauginasi pumpuravimo būdu. Naujai susidariusi mielių ląstelė — tiksli senosios motininės ląstelės kopija.

Daugialąsčių organizmų nelytinio dauginimosi pavyzdžiai

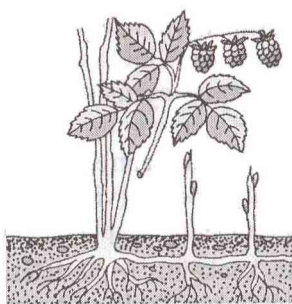
- Kerpės gali daugintis nelytiškai gniužulo dalimis, kuriam atskilus nuo motininio organizmo greitai išauga naujas gniužulas.
- Daugialąščiai dumbliai, samanos, sporiniai induočiai dauginasi sporomis.
- Dilginančiųjų tipo atstovas hidra nelytiškai dauginasi pumpuravimo būdu, mažomis išaugomis, iš kurių išauga normalus gyvūnas ir atsiskiria.
- Plokščiosios kirmėlės planarijos gali daugintis nelytiškai, pasidalijus kirmėlei į dvi dalis žemiau ryklės. Iš kiekvienos dalies išauga nauja kirmėlė.

Vegetatyvinis augalų dauginimasis dažnas gamtoje ir žemės ūkio praktikoje. Tai toks dauginimasis, kai iš atskirų augalų organų (lapų, šaknų, ūglių) išauga naujas augalas, visais būdingais požymiais nesiskiriantis nuo motininio organizmo.

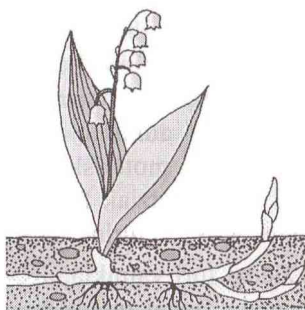
Augalų vegetatyvinio dauginimosi pavyzdžiai

- **Svogūnais** gali daugintis valgomieji svogūnai, lelijos, narcizai, tulpės. Svogūnas — tai pakitęs požeminis stiebas, ant kurio auga pakitę lapai — lukštai.

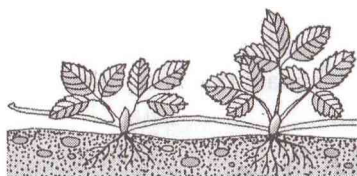
- **Stiebagumbiais** dauginamos bulvės. Stiebagumbis — tai pakitęs požeminis stiebas, turintis pumpurus (akutes).
- **Ūsais**, t. y. plonais pakitusiais šliaužiančiais antžeminiais stiebais, kurie vėliau išaugina šaknis, dauginasi braškės.
- **Šakniastiebiais** dauginasi varputis, pakalnutė. Tai yra stiebų pakitimai.
- **Stiebo auginiais** dauginasi serbentai, gluosniai.
- **Atlankomis** taip pat galima dauginti serbentus.
- **Lapais** dauginasi mažiau augalų, pavyzdžiui, pievinė kartenė, briofilas, kai kurių rūšių begonijos.
- **Skiepijant** dauginami vaismedžiai. Kultūrinio augalo pumpuras — akutė arba auginys, priauginamas prie laukinio stiebo.



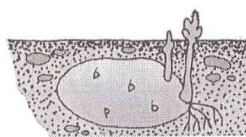
a



b



c



d

40 pav. Vegetatyvinio dauginimosi pavyzdžiai:

- a — šaknų auginiais (avietė),
- b — šakniastiebiais (pakalnutė),
- c — ūsais (braškė),
- d — stiebagumbiais (bulvė),
- e — svogūnais (svogūnas)



e

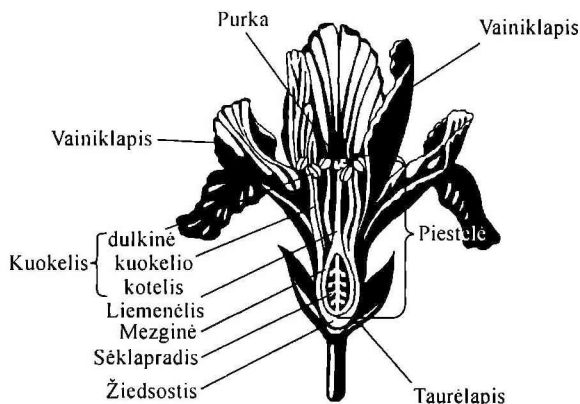
Augalo žiedas kaip organas, kuriame formuojasi augalo lytinės ląstelės

Magnolijūnai, arba gaubtasėkliai augalai — labiausiai klestinti augalų grupė. Taip yra todėl, kad jų lytinio dauginimosi organai gerai prisitaikę prie sausumos sąlygų. Žiedas, gaubtasėklių dauginimosi organas, vystosi iš žiedinio pumpuro. Jame susidaro sporos, lytinio dauginimosi ląstelės (gametos), formuojasi sėklos ir vaisiai. Tipiškas žiedas yra sudarytas iš žiedkočio, žiedsosčio, taurėlapių, vainiklapių, kuokelių ir piestelės.

Žiedo dalių funkcijos

- **Taurėlapiai**, žalios spalvos, lapelių pavidalo dalys, apsaugo pumpurą esantį žiedą.
- **Vainiklapiai** — dideli ir spalvingi dariniai, viliojantys vabzdžius. Žiedai, apdulkinami vėjo, vainiklapių neturi.
- **Kuokeliai** — tai vyriškoji žiedo dalis, joje vystosi žiedadulkės. Sudaryti iš dulkinų ir kotelių.
- **Piestelė** — moteriškoji žiedo dalis, esanti jo centre, kurioje vystosi sėklapradžiai. Piestelę sudaro 3 dalys: purka (viršutinė dalis), liemenėlis (vidurinė dalis) ir mezginė (apatinė, paplatėjusi dalis).

Ne visi žiedai turi vainiklapius, taurėlapius, kuokelius ir piesteles. Daugumos augalų žiedai turi ir kuokelius, ir piesteles. Tokie vadinami dvilyčiais. Kai kurių augalų žiedai turi tik piesteles (piesteliniai žiedai) arba tik kuokelius (kuokeliniai žiedai). Piesteliniai ir kuokeliniai žiedai, augantys ant vieno augalo, vadinami vienanamiais (agurkai, kukurūzai), o ant skirtingų augalų augantieji — dvinamiais (kanapės, gluosnio).



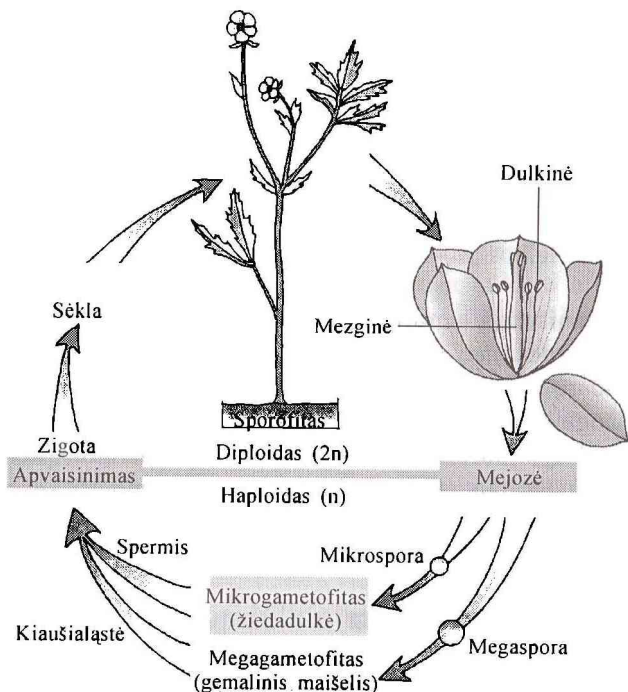
41 pav. Žiedo sandara

Kai kurių augalų žiedai auga pavieniui, o kitų tam tikra tvarka išsidėstę grupėmis — sudaro žiedynus. Susitelkusius į žiedynus, smulkius žiedus geriau pastebi vabzdžiai apdulkintojai. Augalus apdulkina ir vėjas: sūbuodami vėjyje, jie išbarsto žiedadulkes ir lengviau apdulkinami.

Sporofitas ir gametofitas

Augalai vystydamiesi būna dviejų tipų, kurie yra skirtingos sandaros ir skirtingai dauginasi. Augalai pereina lytinio ir nelytinio dauginimosi procesą. Jiems būdingas 2 skirtingų kartų gyvenimo ciklas, vadinamas **kartų kaita**:

- **sporofitas** — nelytinės kartos individas, diploidinė karta ($2n$), išsivystanti iš zigotos. Sporofite mejozės būdu susidaro haploidinės sporos. Tai vyraujanti sporinių induočių, plikasėklių ir gaubtasėklių karta, visiems pažįstami įprasti augalai. Samanų sporofitas yra kotelis su sporine, išaugęs ant žalio gametofito;

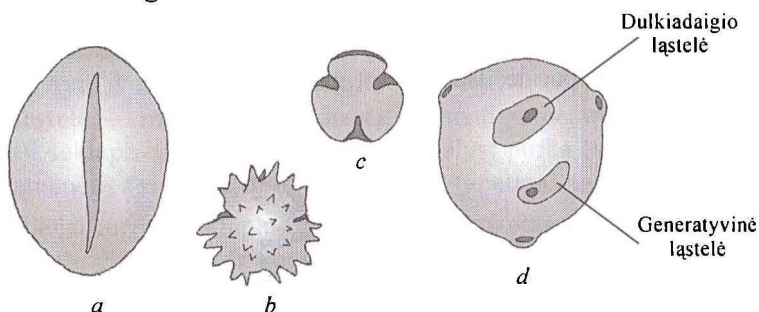


42 pav. Žiedinio augalo sporofito ir gametofito kartų kaita

- **gametofitas** — tai lytinės kartos individas, haploidinė karta (n), gaminanti gametas, kurioms susijungus susidaro diploidinė zigota ($2n$). Samanų gametofitas — pati samana, sporinių induočių — tai trumpai gyvenantys polaiškiai, plikasėklių ir gaubtasėklių — nedidelė paties sporofito dalis. Gaubtasėklių moteriškasis gametofitas yra gemalinis maišelis, o vyriškasis — žiedadulkė.

Sporofito išsivystymas, ilgalaikiškumas yra evoliucijos rodiklis. Jis išsivystęs tuo labiau, kuo augalas geriau prisitaikęs prie aplinkos sąlygų.

Žiedinių augalų žiedadulkės — vyriškasis gametofitas. Kuokelis sudarytas iš dulkinės ir kotelio. Dulkinėje mejozės būdu susidaro mikrosporos. Iš jų susiformuoja žiedadulkė. Žiedadulkę sudaro dvi ląstelės: stambesnė dulkiadaigio ir smulkesnė — generatyvinė. Subrendusi žiedadulkė yra tinkama apvaisinimui. Žiedadulkė yra žiedinio augalo vyriškasis gametofitas — mikrogametofitas.



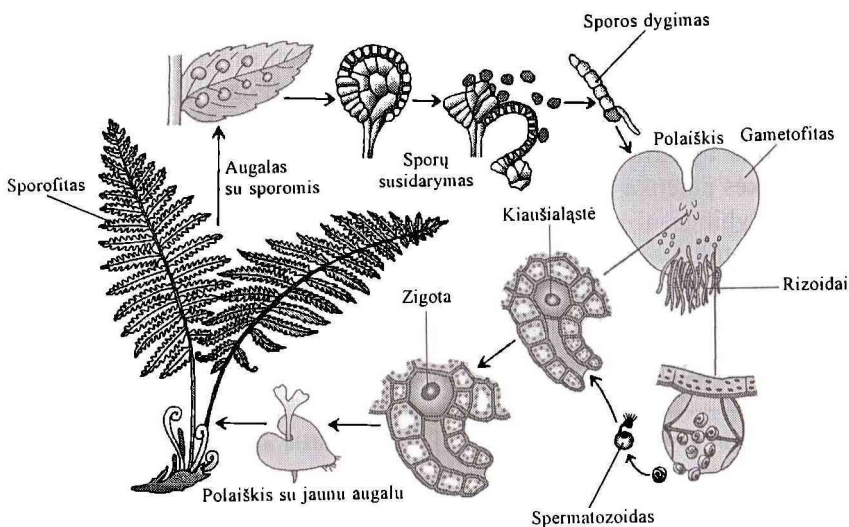
43 pav. Žiedadulkių pavyzdžiai:

a — lelijos, *b* — saulėgrąžos, *c* — drignės, *d* — beržo

Gemalinis maišelis — moteriškasis gametofitas. Piestelę sudaro purka, liemenėlis ir mezginė. Mezginėje yra ertmės — lizdai. Mezginės lizduose susidaro sėklapradžiai. Sėklapradį sudaro gemalinis maišelis, apgaubtas dangalais. Nesuaugusi dangalų dalis vadinama mikropile. Gemaliniame maišelyje susidaro kiaušialąstė ir endospermo ląstelė su dviem poliniais branduoliais. Gemalinis maišelis yra moteriškasis gametofitas — megagametofitas.

Paparčio kartų kaita

Paparčiai, priklausantys sporiniams induočiams, paplitę drėgnose vietose, nes apvaisinimui būtinas vanduo. Miške augantis papartis — tai sporofitas, o paparčio gametofitą mažai kas yra matęs, nes tai maža kelių



44 pav. Paparčio vystymasis

milimetrų žalia plokštelė, auganti savarankiškai. Paparčio sporofito požymiai: turi gerai išvystytas šaknis, stiebus ir lapus. Taip pat turi laidžiuosius audinius, išaugina sporas. Paparčio sporofito lapų apatinėje pusėje galima pamatyti smulkių rudų kauburėlių — sorų, kuriuose grupėmis susitelkusios sporangės. Sporangėse mejozės būdu susidaro sporos. Subrendusias sporas išnešioja vėjas ir jos, patekusios į palankias sąlygas, sudygsa. Taip atsiranda paparčio polaiškis — gametofitas. Tai iš sudygusios sporos išsivystęs darinys, priklausomas nuo vandens. Vietoj šaknų jis turi rizoidus, neturi laidžiųjų audinių ir auga atskirai nuo sporofito. Apatinėje polaiškio pusėje yra su lytiniu dauginimusi susijusių struktūrų: archegonių ir anteridžių. Anteridžiuose susidaro žiuželiuoti spermatozoidai, archegonėse — kiaušialąstės. Polaiškis sulaiko vandens lašelius. Spermatozoidai priplaukia prie kiaušialąsčių ir jas apvaisina. Susidaro zigota, kuri vystosi archegonės viduje. Gemalas auga, greitai išsivysto šaknis ir stiebelis su lapeliu — tai jau sporofitas. Per tam tikrą laiką vėl suvešės papartis, kuris brandins sporas.

Žiedinių augalų apdulkinimas

Apdulkinimas — tai žiedadulkių pernešimas nuo kuokelio ant purkos. Augalai, kurių žiedai neapdulkinti, neduoda vaisių. Yra du pagrindiniai apdulkinimo būdai: saavidulka ir kryžminis apdulkinimas.

Savidulka — tai procesas, kai to paties augalo žiedadulkės apdulkina savo purką. Taip apsidulkinantys augalai vadinami savidulkiais (kviečiai, miežiai, žirniai). Šiuo būdu žiedai gali apsidulkinti dar neišsiskleidę. Kai žiedpumpuris prasiskleidžia, augalas jau būna apsidulkinęs.

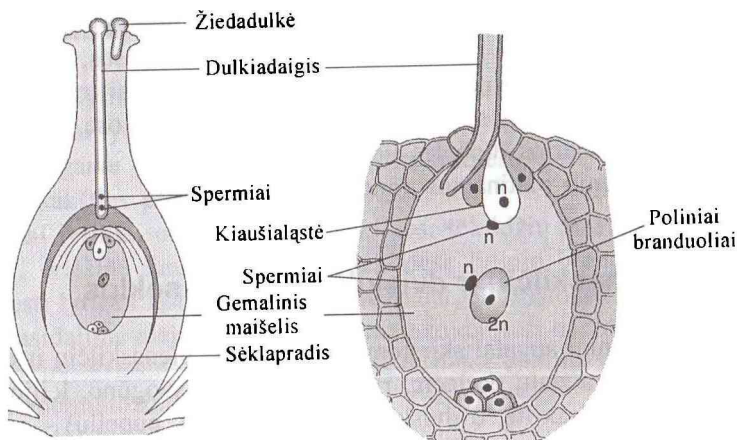
Kryžminis apdulkinimas — tai toks apdulkinimas, kai vieno augalo žiedadulkės patenka ant kito augalo piestelės purkos. Po šio apdulkinimo būna gyvybingesnį gemalai, geresnės kokybės sėkla. Kryžminį apdulkinimą gali atlikti vėjas arba vabzdžiai, šikšnosparniai. Tropikų šalyse maži paukščiai, pavyzdžiui, kolibriai, taip pat yra apdulintojai. Kartais, auginant augalus uždarose patalpose, yra atliekamas dirbtinis apdulkinimas.

Vėjo ar vabzdžių apdulkinamų augalų požymiai

Vėjo apdulkinami augalai	Vabzdžių apdulkinami augalai
Žiedai smulkūs, neryškūs, bekvapiai	Žiedai stambūs, ryškūs, dažnai kvapnūs
Žiedadulkės smulkios, lengvos, sausos, jų išorinė sienelė lygi	Žiedadulkės stambios, lipnios, jų išorinė sienelė grublėta
Piestelių purkos didelės, plunksniškos, kyšo žiedo išorėje	Piestelių purkos mažos ir slypi žiedo viduje
Augalai linkę augti grupėmis	Augalai linkę augti pavieniui
Augalų pavyzdžiai: saulėgražos, agurkai, dobilai, liepos	Augalų pavyzdžiai: kukurūzas, rugiai, tuopos, alksniai, beržai

Žiedinių augalų dvigubas apvaisinimas

Kad užsimegztų vaisius ir susidarytų sėklos, augalas pirmiausia turi apsidulkinti, o tada apsisvaisinti. Apvaisinimas — tai dviejų lytinių ląstelių — gametų susiliejimas. Piestelės purka išskiria lipnų ir saldų skystį, todėl ant jos patekusios žiedadulkės sudygs. Tuomet žiedadulkės vegetatyvinė ląstelė ištįsta ir virsta dulkiadaigiu, kuris per piestelės lie-menėlį skverbiasi į mežginėje esantį sėklapradį. Iš žiedadulkės generatyvinės ląstelės susidarę 2 spermiai slenka dulkiadaigiu žemyn. Kai dulkiadaigis pasiekia sėklapradį, prasiskverbia pro mikropilę (siaurą kanalėlį, vedantį į gemalinį maišelį), jo viršūnėlė ištirpsta ir 2 spermiai patenka į gemalinį maišelį. Vienas spermis (n) apvaisina kiaušialąstę ir susidaro zigota ($2n$), antrasis spermis (n) susijungia su dviem poliniais branduoliais ir susidaro triploidinis endospermo branduolys ($3n$). Susiformavus zigotai žiedas nuvysta.



45 pav. Žiedinių augalų dvigubas apvaisinimas

Sėklos ir vaisiaus susidarymas

Sėkla — žiedinių augalų dauginimosi organas, kuris išsivysto iš sėklapradžio. Vaisius — tai subrendusi mezginė, kurioje būna sėklų. Jei piestelės mezginėje yra vienas sėklapradis, tuomet vaisiuje susidaro tik viena sėkla, o jei sėklapradžių daug — ir sėklų vaisiuje susidaro daug. Sėklą sudaro sėklos luobelė arba apyvaisis, sporofito gemalas ir maisto medžiagos.

- Sėklos luobelė susidaro iš sėklapradžio dangalų.
- Iš mezginės sienelių ir pagalbinių žiedo dalių, kurios sustorėja, išsivysto vaisius. Jeigu žiede yra viena mezginė — paprastasis (kaulavaisis, uoga, ankštis), o jeigu kelios — sutelktinis (avietė, braškė) ar sudėtinis (ananasas).

Vaisių ir sėklų plitimas

Vaisius padeda sėkloms išplisti. Augalų sėklos plinta įvairiais būdais todėl, kad nutoltų nuo motininio augalo ir su juo nekonkuruotų. Sėklų plitimo būdai įvairūs:

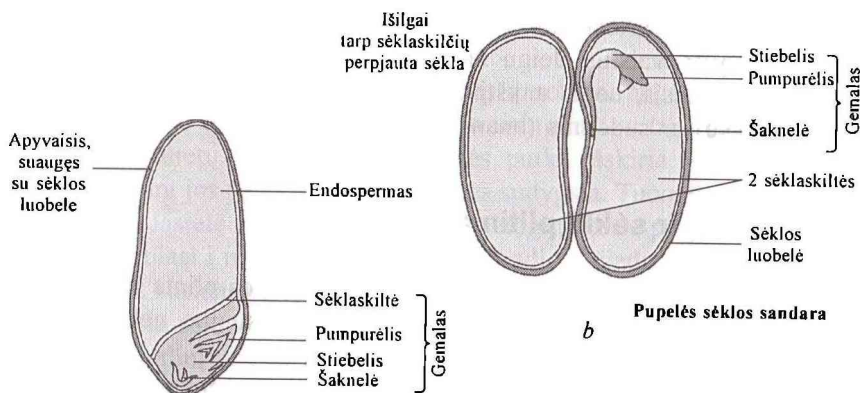
- sėklos lengvos, turi skristukus, joms išplisti padeda vėjas (pavyzdžiui, kaulpienės);
- ankštys išdžiūvusios plyšta ir nusviedžia sėklas toli nuo motininio augalo (lubino);

- sėklos turi kabliukų, kuriais prisitvirtina prie gyvūno kailio ir nu-
nešamos tolyn nuo motininio augalo (varnalėšos, lakišiaus);
- sėklas (serbentų, šermukšnių) platina paukščiai ir kiti gyvūnai su
išmatomis, nes suvartojus maistui vaisių, išmatose lieka sėkla, kuri
dėl atsparios luobelės lieka nesuvirškinta;
- vandeniui platinamos vandens augalų sėklos.

Vienaskilčių ir dviskilčių augalų sėklos

Žiediniai augalai skirstomi į dvi klases: vienaskilčių ir dviskilčių. Vienaskilčių augalų (kviečių, rugių, kukurūzų, svogūno, lelijos) sėkloje yra viena sėklaskiltė, o dviskilčių (žirnių, pupų, pupelių) — dvi sėkla-
skiltės.

Lyginimo požymiai	Vienaskiltė sėkla	Dviskiltė sėkla
Sėklaskilčių skaičius	Viena	Dvi
Kur sukauptos maisto medžiagos	Endosperme	Sėklaskiltėse
Gemalo sandara	Gemalinis lapelis, gemalinis stiebelis, gemalinė šaknelė	Gemalinis lapelis, gemalinis stiebelis, gemalinė šaknelė
Kas gaubia sėklą	Sėklos luobelė	Apyvaisis



Kviečio grūdo sandara

a

46 pav. Vienaskiltė (a) ir dviskiltė (b) sėklos

Žmogaus lytinių organų sistema

Žmogaus lytiniai organai labai svarbūs giminei pratęsti. Lytiniai organai (pirminiai lytiniai požymiai) būna vidiniai ir išoriniai. Vyrų išoriniai lytiniai organai — tai varpa ir kapšelis, moterų — lytinės lūpos, varputė bei makšties prieangis.

Vyrų vidiniai lytiniai organai — tai sėklidės, sėklidžių prielipai, sėkliniai latakai, priešinė liauka ir šlaplė. Sėklidėse lytinio brendimo metu pradeda bręsti lytinės ląstelės — spermatozoidai. Jie susidaro pirminėms ląstelėms pasidalijus mejozės būdu. Spermatozoidai turi haploidinį chromosomų rinkinį. Priešinė liauka ir sėklinės pūslelės gamina skystį, kuris palengvina spermatozoidų judėjimą.

Moterų vidiniai lytiniai organai — tai kiaušidės, kiaušintakiai, gimda ir makštis. Kiaušidėse mejozės būdu susidaro kiaušinėliai, turintys haploidinį chromosomų rinkinį. Kartą per mėnesį vienas kiaušinėlis subręsta ir paruošiamas apvaisinimui.

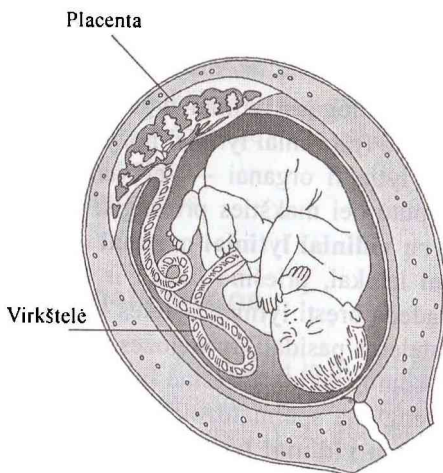
Apvaisinimas, arba lytinių ląstelių susijungimas, įvyksta viršutiniame kiaušintakio trečdalyje po spermatozoido ir kiaušialąstės sąveikos. Lytinių ląstelių branduoliai susilieja ir susidaro apvaisinta kiaušialąstė — zigota. Ji kelis kartus greitai dalijasi mitozės būdu dar būdama kiaušintakyje ir keliauja į gimdą. Pirmosios savaitės gale embrionas implantuojasi (įsitvirtina) į gimdos sienelę. Žmogaus vystymasis skirstomas į gemalo stadiją (1—2 mėnesiai) ir vaisiaus stadiją (3—9 mėnesiai). Gemalo stadijoje formuojasi svarbiausi organai, o vaisiaus vystymosi metu jie galutinai išsivysto, didėja masė. Gemalinio vystymosi laikotarpiu didelę reikšmę turi dangalai. Vienas iš dangalų — placenta ima formotis kai tik embrionas visiškai įsitvirtina gimdoje. **Placenta** — tai laikinas organas, per kurį vyksta nuolatinė medžiagų apykaita tarp motinos organizmo ir vaisiaus. Dešimtą savaitę placenta jau būna susiformavusi. Augantis vaisius su placenta jungiasi virkštele, bet motinos ir vaisiaus kraujas nesimaišo.

Placentos reikšmė

- Iš motinos kraujo į vaisiaus kraują tiekiamas O_2 , maisto medžiagos ir apsauginės (imuninės) medžiagos.
- Iš vaisiaus kraujo į motinos kraują pereina medžiagų apykaitos liekanos — CO_2 , šlapalas.
- Placenta neleidžia iki vaisiaus prieiti kai kurioms bakterijoms (apsauginis barjeras), bet alkoholis, nikotinas, kai kurie vaistai pro ją lengvai pereina.

- Placenta išskiria hormoną, kuris neleidžia atskirti gimdos gleivinei, stabdo menstruacijų atsiradimą ir leidžia vaisiui išlikti gimdoje visą nėštumą.

Jeigu apsisvaisina 2 ar daugiau kiaušinėlių, formuojasi 2 ar daugiau vaisių. Tai būsimieji dvyniai. Jeigu vaisiai išsivysto iš vieno kiaušinėlio, jie turi vieną placenta. Jeigu buvo apvaisinti 2 kiaušinėliai, bus 2 placentos. Vaisiui gimus, placenta iš gimdos pašalinama.



47 pav. Žmogaus gemalas gimdoje

Tabako, alkoholio ir narkotinių medžiagų, medikamentų bei stresų poveikis žmogaus gemalo vystymuisi

Trys pirmieji gemalo vystymosi mėnesiai lemtingiausi. Šiuo laikotarpiu besivystantis organizmas ypač jautrus žalingam poveikiui. Narkotikai sutrikdo normalų vaisiaus augimą, gali lemti apsigimimus. Rūkančios motinos gimdo neišnešiotus, kvėpavimo takų ligomis sergančius kūdikius. Jei motina vartoja alkoholį, gali vaisiui sukelti silpnaprotystę, apsigimimus, silpnina imunitetą. Kai kurie medikamentai sukelia apsigimimus, todėl juos vartoti galima tik gydytojui leidus. Nervinė įtampa, stresai gali sukelti persileidimus, pakenkti vaisiaus sveikatai.

Mejozė — lytinių ląstelių susidarymo būdas

Mejozė — tai toks ląstelių dalijimasis, po kurio chromosomų skaičius sumažėja pusiau, tampa haploidinis (n). Augaluose po mejozės susidaro **sporos**, iš kurių formuojasi haploidinis gametofitas. Gyvūnų diploidiniuose subrendusiuose organizmuose mejozės būdu susidaro **gametos**. Mejozės dėka, susiliejus dviem lytinėms ląstelėms, išlieka pastovus chromosomų skaičius, tolygiai pasiskirsto homologinės chromosomos, įvyksta genetinė rekombinacija.

Vykstant mejozei, ląstelės dalijasi du kartus, bet chromosomos padvigubėja tik vieną kartą. DNR replikuojausi interfazės metu tik prieš pirmą mejozės dalijimąsi. Skiriamos I ir II mejozės stadijos (tarp jų vyksta interkinezė).

Mejozės eiga

Mejozės I dalijimasis:

- *I profazė*. Iš centromerų formuojasi dalijimosi verpstė. Trūkinėja branduolio apvalkalas, pranyksta branduolėliai. Homologinės chromosomos priartėja viena prie kitos, vyksta sinapsė. (Homologai — tai vienodo ilgio dariniai, kurių centromeros toje pačioje vietoje. Jie turi tokius pačius genus.) Lygiagrečiai susijungusių homologinių chromosomų darinys vadinamas bivalentu (tetradą). Bivalentą sudaro 4 chromatidės. Šioje fazėje gali vykti mainai tarp nesėsėrinų chromatidžių — **krosingoveris**. Tuomet seserinės chromatidės tampa nevienodos;
- *I metafazė*. Bivalentai keliauja verpstės pusiaujo link ir homologinės poros išsidėsto metafazinėje plokštelėje;
- *I anafazė*. Homologinės chromosomos išsiskiria ir keliauja į priešingus ląstelės polius;
- *I telofazė*. Vėl susiformuoja branduolio apvalkalas. Atsiranda branduolėliai. Po mejozės I dalijimosi susidaro dvi haploidinės dukterinės ląstelės, turinčios dvigubas chromosomas. Jos gauna po vieną chromosomą iš kiekvienos homologų poros.

Interkinezė. Vyksta panašūs procesai, kaip interfazės metu, tiktai DNR nedvigubėja, nes chromosomos yra dvigubos.

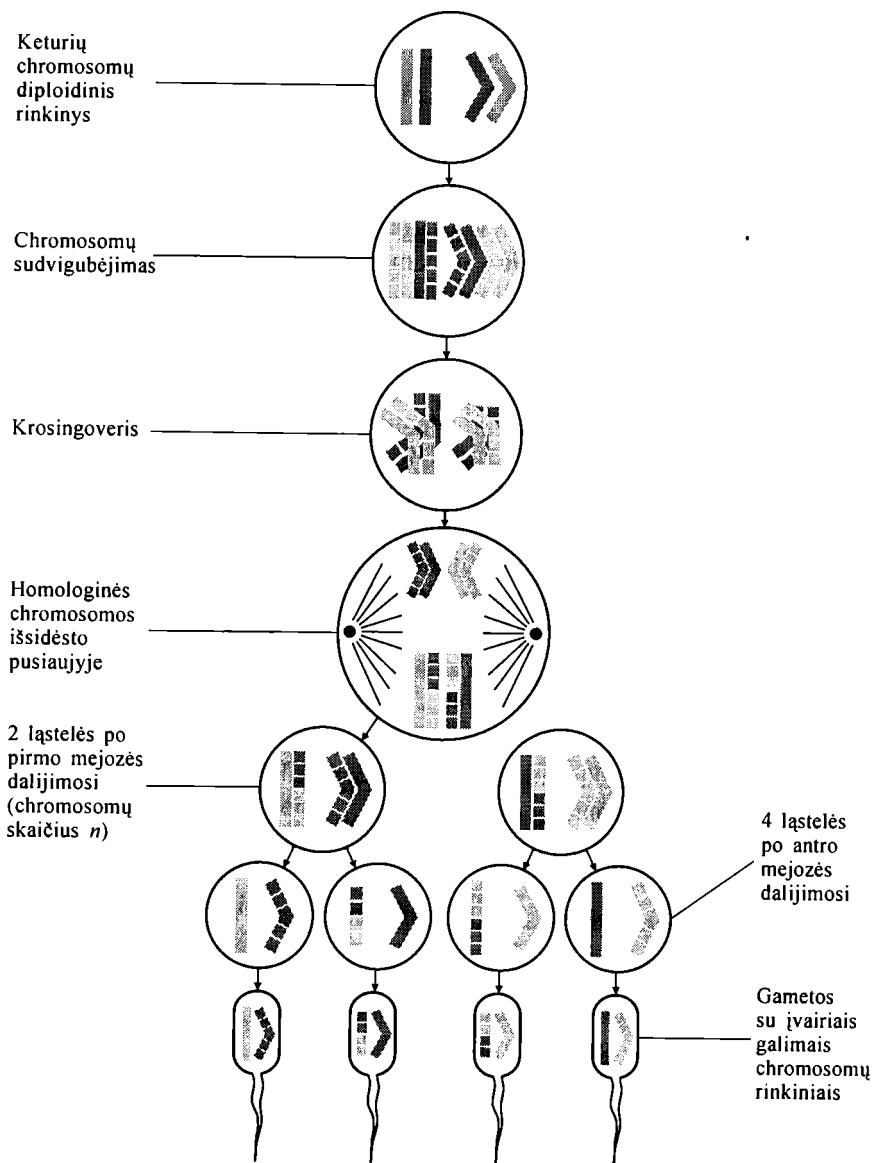
Mejozės II dalijimasis:

- *II profazė*. Vėl trūkinėja branduolio apvalkalas. Ląstelėse yra po vieną chromosomą, gautą iš homologų poros;
- *II metafazė*. Dukterinės chromosomos išsidėsto metafazinėje plokštelėje;
- *II anafazė*. Dukterinės chromatidės juda į priešingus ląstelės polius;
- *II telofazė*. Procesas priešingas profazei: susidaro branduoliai, pranyksta dalijimosi verpstė. Vyksta citokinezė. Mejozės pabaigoje susidaro keturios haploidinės ląstelės.

Mejozės svarba

- Lytiškai besidauginančių organizmų chromosomų skaičius gametose po mejozės sumažėja, todėl iš kartos į kartą perduodamas nepakitęs chromosomų kiekis.

- Mejozės dėka pasireiškia kombinacinis kintamumas: dėl krosingo-verio susidaro nauji genų deriniai.
- Tolygiai, dėsningai paskirstomos homologinės chromosomos.



48 pav. Mejozės eiga

Gyvūnų apvaisinimas

Apvaisinimas — tai spermatozoido ir kiaušialąstės susijungimas. Po apvaisinimo susidaro zigota — apvaisinta kiaušialąstė. Zigotos brandulyje visos chromosomos yra porinės. Homologinėje poroje viena chromosoma būna gauta iš tėvo, kita — iš motinos. Apvaisinimo metu atsirato diploidinis chromosomų rinkinys, būdingas kiekvienos rūšies organizmų somatinėms ląstelėms.

Gyvūnų apvaisinimas gali būti išorinis arba vidinis.

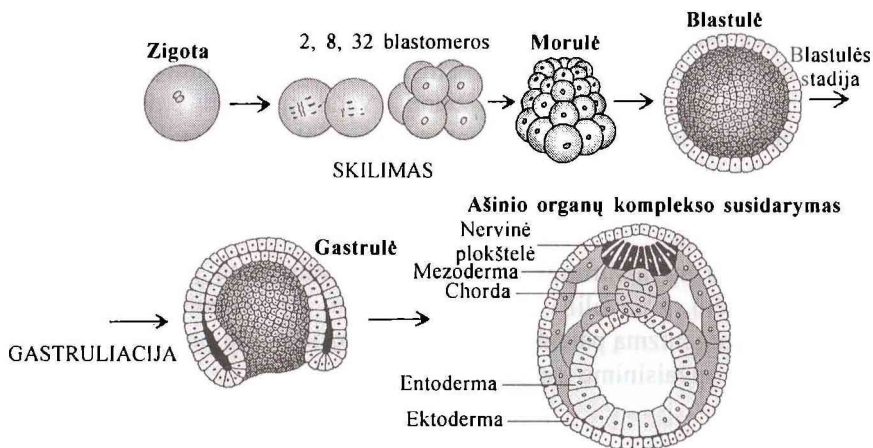
- **Išorinis apvaisinimas.** Dauguma vandens gyvūnų apvaisinami išoriškai. Tuomet kiaušialąstės ir spermatozoidai susitinka vandenyje. Taip apvaisinamos žuvis, beuodegiai varliagyviai. Pavyzdžiui, žuvų patelių susiformavusios kiaušialąstės — ikrai per nerštą išleidžiami į vandenį. Žuvų patinėlių sėklidėse susiformuoja spermatozoidai, kurie taip pat išleidžiami į vandenį pienu pavidalo. Žiuželiuoti, labai jūdri spermatozoidai priplaukia prie kiaušialąsčių ir jas apvaisina. Varlės kiaušialąstės — kurkulai taip pat apvaisinami išoriškai. Patinėliai ant jų išleidžia skystį, kuriame yra spermatozoidų.
- **Vidinis apvaisinimas.** Kiaušialąstė apvaisinama gyvūno (roplių, paukščių, žinduolių) organizmo viduje. Apvaisinimo metu į patelės organizmą patenka daug spermatozoidų. Tai padidina kiaušialąstės apvaisinimo galimybę.

Ankstyvosios vystymosi stadijos

Po apvaisinimo prasideda individualus organizmo vystymasis — **ontogenezė**. Visų chordinių gyvūnų embrionų vystymosi stadijos tos pačios: zigota, morulė, blastulė, gastrulė.

- Embrioninis periodas prasideda susidarius zigotai. Gyvūnų apvaisinta kiaušialąstė — **zigota** kelis kartus dalijasi mitozės būdu. Šis dalijimosi būdas vadinamas skilimu, kuris reiškia ląstelių dalijimąsi neaugant. Dalijasi greitai, po kiekvieno dalijimosi ląstelės tampa vis mažesnės. Skilimas vyksta zigotai slenkant kiaušintakiu į gimdą. Susidaro ląstelių kekė — **morulė**.
- Vėliau gemale susidaro ertmė, vadinama blastocelė, ir susiformuoja tuščiaaviduris rutulio formos gemalas — **blastulė**. Tai rutulio formos vienasluoksnis gemalas su ertme viduje. Blastulės stadiją turi visų gyvūnų gemalai.

- Po blastulės visų daugialąsčių gyvūnų gemalinė medžiaga sudėtingai juda, vyksta gastruliacija. Gastruliacija vyksta blastulei įdumbant (invaginacijos būdu). **Gastrulė** — dvisluoksnė gemalo stadija. Gemalas tampa dvisluoksniu (vidinis sluoksnis — entoderma, išorinis — ektoderma). Vėliau susiformuoja vidurinis ląstelių sluoksnis — mezoderma. Ektoderma, mezoderma ir entoderma vadinami gemaliniais lapeliais.
- Iš trijų gemalinių lapelių formuojasi besivystančio gemalo audiniai ir organai. Svarbiausi jų, vadinamieji ašiniai organai, išryškėja dar gastruliacijos stadijoje. Iešmučio ir stuburinių tai nervinis vamzdelis (iš ektodermos), chorda ir žarnyno vamzdelis (iš entodermos).

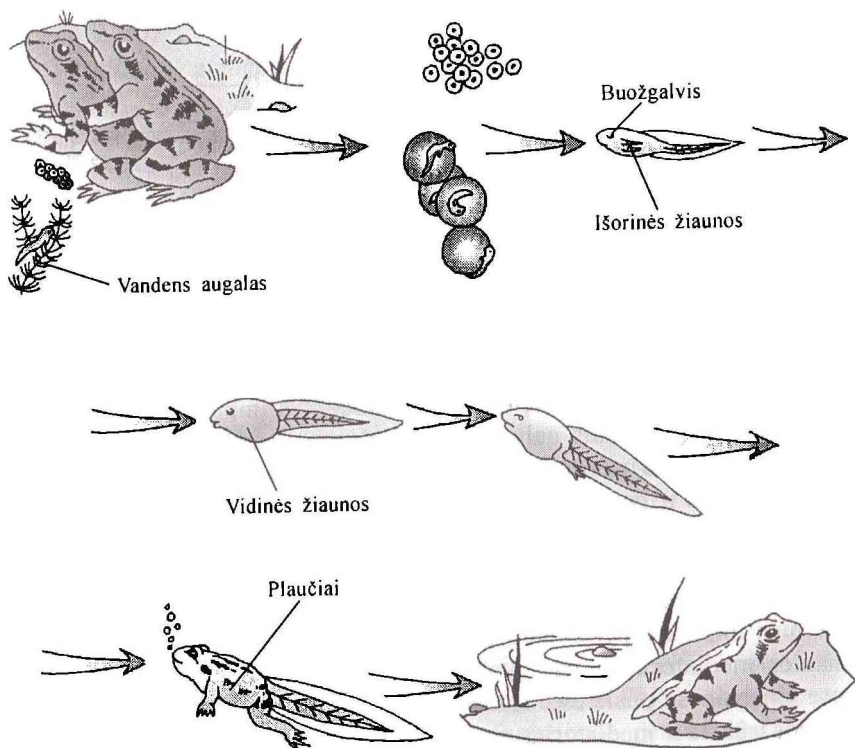


49 pav. Ankstyvosios iešmučio vystymosi stadijos

Poembrioninis vystymasis prasideda, kai organizmas išeina iš kiaušinio apvalkalų arba jam gimus. Yra dvi poembrioninio vystymosi rūšys: tiesioginis ir netiesioginis.

Tiesioginis vystymasis toks, kai organizmas gimsta panašus į suaugėlį, tik skiriasi nuo suaugusių didumu, proporcijomis, kai kurių organų išsivystymu. Daugumai bestuburių (dėlės, vorai) ir stuburinių (ropliai, paukščiai ir žinduoliai) būdingas toks vystymasis. Žinduoliai pagal vystymosi ypatumus skirstomi į tris grupes: kloakiniai (ančiasnapi ir echidna), sterbliniai (kengūros), placentiniai (pelės, lapės). Jaunikliai kloakinių silpni, ilgai prižiūrimi tėvų, o sterbinių — gimsta labai neišsivystę, gyvena motinos sterblės viduje ir prisitvirtina prie pieno liaukos spenelių. Placentinių — gimsta gana gerai išsivystę. Iš pradžių maitinami motinos pienu, bet greitai įpranta prie suaugusių gyvūnų maisto.

Netiesioginis vystymasis prasideda tuomet, kai naujas organizmas pasaulį išvysta kaip lervą, kuri, kol virsta suaugėliu, patiria daug pasikeitimų (metamorfozių). Toks vystymasis būdingas varliagyviams, vabzdžiams, plokščiiosioms ir žieduotosioms kirmėlėms. Šie organizmai turi tarpinę lervos stadiją. Panagrinėkime varlės netiesioginį vystymąsi. Po savaitės iš kurkulių išsirita buožgalvis — varlės lerva. Ji turi kai kuriuos žuvų sandaros požymius: kvėpuoja žiaunomis (iš pradžių išorinėmis, vėliau — vidinėmis), turi 1 kraujo apytakos ratą, 2 skyrių širdį, odoje matyti šoninė linija. Buožgalvis maitinasi kitaip negu suaugusi varlė: pirmosiomis dienomis ikrelio maisto medžiagų atsargomis, vėliau dumbliais, pirmuonimis. Laikui bėgant, buožgalviai keičiasi: atsiranda kojos, plaučiai, trumpėja uodega ir buožgalvis virsta jauna varlyte. Taip buvęs vandens gyvūnas virsta sausumos gyvūnu. Netiesioginis vystymasis suteikia individams tam tikrų privalumų. Lerva ir suaugęs individas gyvena skirtingomis sąlygomis ir todėl nesivaržo vienas su kitu dėl vietos ir maisto.



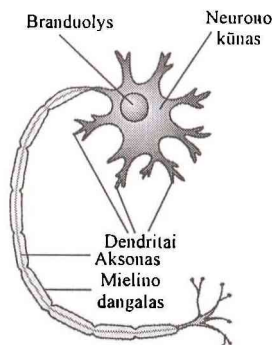
50 pav. Varlės vystymasis

ORGANIZMO VEIKLOS REGULIAVIMAS IR ORIENTAVIMASIS APLINKOJE

Žmogaus organizmo funkcijos reguliuojamos 2 būdais: nerviniu ir humoraliniu. Nervinį reguliavimą atlieka nervų sistema, sukurdamą nervinius impulsus, o humoralinį — vidaus sekrecijos liaukos, išskirdamos į kraują hormonus.

Neuronas — pagrindinis nervų sistemos struktūrinis elementas

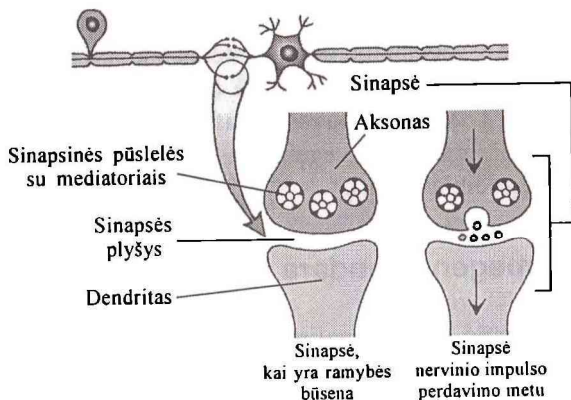
Neuronas sudarytas iš kūno (branduolys, citoplazma, organoidai) ir ataugų. Ataugos yra dviejų rūšių: dendritai (vienas ar keli) ir aksonas. Dendritai — šakotos, trumpesnės ataugos, kuriomis nerviniai impulsai perduodami į neurono kūną. Aksonas — ilgesnė atauga, dažnai padengta baltu mielininiu dangalu. Aksonas skirtas nerviniam impulsui perduoti iš neurono kūno. Nervinis impulsas yra elektrinės prigimtės signalas, sklindantis neuronais dideliu greičiu. Neuronų kūnai ir dendritai nervų sistemoje sudaro pilkąją medžiagą, o aksonai — baltąją.



51 pav. Neurono sandara

Neuronų rūšys. Neuronai skiriasi savo sandara bei atliekamomis funkcijomis ir skirstomi į šias rūšis: **juntamieji** (receptoriniai), perduodantys impulsus iš jutimo organų į nugaros ar galvos smegenis; **judinamieji** (motoriniai), perduodantys impulsus iš nugaros ar galvos smegenų į raumenis ir kitus organus; **įterptiniai**, perduodantys impulsus iš juntamųjų neuronų judinamiesiems galvos ar nugaros smegenyse.

Nervinio impulso perdavimas sinapsėje. Neuronai jungiasi vienas su kitu ataugomis ir perduoda nervinius impulsus. Ši neuronų jungtis vadinama sinapse. Sinapsę sudaro trys elementai: 1) vieno neurono aksono membrana — presinapsinė membrana; 2) kito neurono membrana — postsinapsinė membrana; 3) tarpas tarp jų — sinapsės plyšys. Perduoti nervinius impulsus per sinapsės plyšį padeda tam tikros medžiagos, vadinamos mediatoriais. Jos sukauptos sustorėjusiame aksono gale esančiose sinapsinėse pūslelėse. Kai nervinis impulsas pasiekia aksono galą, pūslelės trūksta ir mediatorius patenka į sinapsės plyšį. Mediatorius sudirgina kito neurono membranoje esančius receptorių ir sukelia nervinį impulsą.

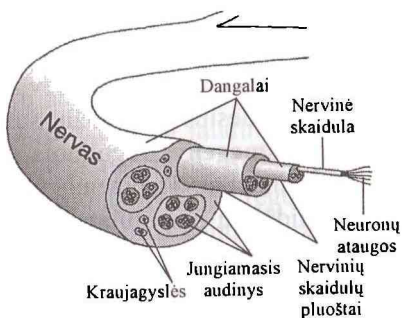


52 pav. Sinapsės sandara

Nervų sandara ir rūšys

Neuronų ataugos, padengtos apvaskalais, sudaro nervines skaidulas. Nervinės skaidulos jungiasi į nervinių skaidulų pluoštus, o šie sudaro nervus. Jungiamasis audinys dengia visą nervą ir atskiria skaidulų grupes jo viduje.

Pagal sandarą ir atliekamas funkcijas yra 3 nervų rūšys: **juntamieji** (iš juntamųjų skaidulų); **judinamieji** (iš judinamųjų skaidulų); **mišrieji** (iš abiejų tipų skaidulų). Juntamaisiais nervais impulsai sklinda į centrinę nervų sistemą (CNS), judinamaisiais — iš CNS, o mišriaisiais — dviem kryptimis: į CNS ir iš jos.



53 pav. Nervo sandara

Nervų sistemos dalys

Žmogaus nervų sistema skirstoma į centrinę (CNS) ir periferinę (PNS). CNS sudaro galvos ir nugaros smegenys, o PNS — nervai, nerviniai rezginiai ir nerviniai mazgai. PNS funkcija — perduoti informaciją į CNS ir iš jos. CNS funkcija — apdoroti gautą informaciją. PNS pagal atliekamas funkcijas skirstoma į dvi dalis: **somatinė** (valinga,

reguliuoja griaučių raumenų veiklą) ir **vegetacinė** (nevalinga, reguliuoja vidaus organų veiklą). Vegetacinė nervų sistema sudaryta iš dviejų dalių, atliekančių skirtingas funkcijas: **simpatinė** (parengia organizmą darbui, koordinuoja reakciją į stresą) ir **parasimpatinė** (susijusi su atsipalaidavimo būseną, daugiau reguliuoja vegetacinės kūno funkcijas — virškinimą, augimą, liaukų veiklą ir kt.).

Galvos smegenų sandara ir funkcijos

Galvos smegenis sudaro: galinės smegenys (didieji pusrutuliai), tarpinės smegenys, vidurinės smegenys, užpakalinės smegenys (tiltas ir smegenėlės), pailgosios smegenys.

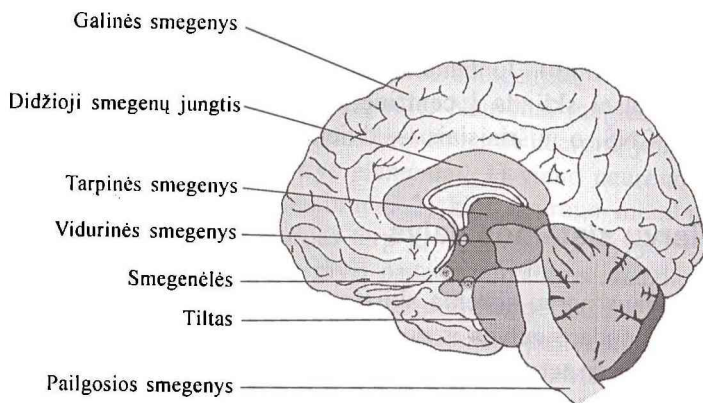
Pailgosios smegenys jungia galvos ir nugaros smegenis. Jose yra svarbiausių organizmo gyvybinių funkcijų (kvėpavimo, virškinimo, širdies veiklos) reguliavimo centrai. Pailgosios smegenys dalyvauja kramtymo, rijimo, čiulpimo, čiaudėjimo, kosėjimo, vėmimo, mirksėjimo refleksuose.

Smegenėlės reguliuoja kūno raumenų darbą, pusiausvyrą, judesių koordinaciją.

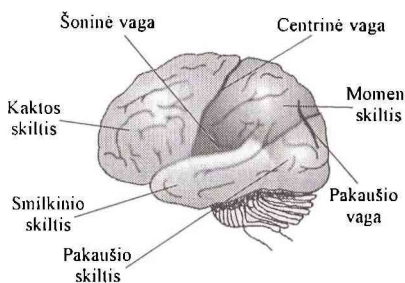
Vidurinės smegenys nuolat siunčia impulsus į griaučių raumenis ir palaiko jų tonusą. Jose yra požieviniai regėjimo ir klausos analizatorių centrai, akių judesius ir vyzdžių susiaurėjimą reguliuojantys branduoliai.

Tarpinės smegenys reguliuoja medžiagų ir vandens apykaitą, svarbios termoregulacijai. Tarpinėmis smegenimis sklinda impulsai iš visų receptorių į didžiųjų pusrutulių žievę.

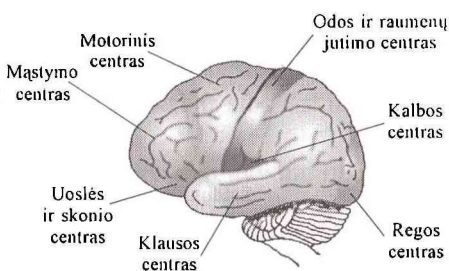
Didieji pusrutuliai sudaro didžiausią galvos smegenų dalį. Išorinis jų sluoksnis — tai raukšlėta žievė, sudaryta iš pilkosios medžiagos, o po



54 pav. Galvos smegenų dalys



55 pav. Didžiųjų pusrutulių vagos ir skiltys



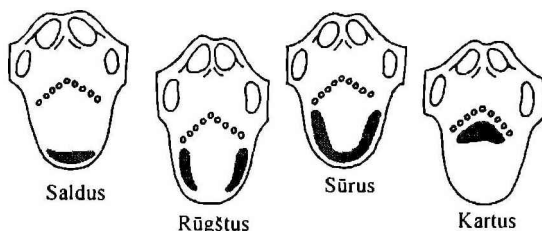
56 pav. Didžiųjų pusrutulių žieviniai centrai

Žieve yra baltoji medžiaga su požieviniais branduoliais. Trys pagrindinės vagos (centrinė, šoninė ir pakaušio) dalija žievės paviršių į skiltis: kaktos, momens, smilkinio ir pakaušio. Didieji pusrutuliai yra svarbiausias mūsų psichinio gyvenimo ir visų gyvybinių funkcijų reguliatorius. Jie koordinuoja kitų smegenų dalių veiklą. Didžiųjų pusrutulių žievė yra aukštosios nervinės veiklos pagrindas. Ji susijusi su mąstymu, atmintimi, kalba, sąmone. Čia yra sąlyginių refleksų centrai.

Didžiųjų pusrutulių žievėje yra išsidėstę ir **jutiminiai centrai**, arba zonos (regos, klausos, uoslės ir skonio, odos ir raumenų jutimo, motorinis, mąstymo, kalbos ir kiti). Daugelyje iš jų analizuojama iš jutimo organų gaunama informacija. Pojūčiai atsiranda tik tada, kai jaudinimas iš jutimo organų pasiekia jutimų centruose esančius neuronus. Sužalojus šiuos centrus, sutrinka pojūčių suvokimas. Pakaušio skiltyje yra regos centras, kuriame analizuojama regimoji informacija. Klausos centras yra smilkinio skiltyje. Čia analizuojama iš klausos organų ateinanti informacija ir suvokiami garsai. Mąstymo centras, esantis kaktinėje skiltyje, reguliuoja sąmoningą mąstymą. Skonio ir uoslės jutiminiuose centruose suvokiami skonio ir uoslės pojūčiai.

Skonio jutimas

Skonio receptoriai išsidėstę daugiausia liežuvyje ir vadinami skonio svogūnėliais. Jie yra jautrūs tam tikroms cheminėms medžiagoms, esančioms maiste. Skonio svogūnėliai yra liežuvio spenelių gleivinėje. Yra 4 skonio pojūčių rūšys: saldumas, rūgštumas, sūrumas ir kartumas. Iš jų susidaro įvairiausi maisto skonio deriniai. Kiekvieną skonio rūšį atpažįstantys skonio svogūnėliai susitelkę tam tikrose liežuvio zonose: rūgščioms medžiagoms jautriausi liežuvio kraštai, saldioms — galas, sūrioms — galas ir kraštai, karčioms — šaknis.

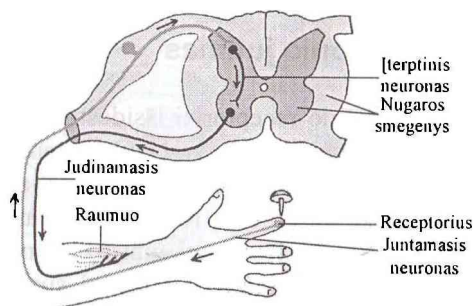


57 pav. Skirtingomis liežuviu vietomis jaučiame tik tam tikrą skonį

Kaip tai ištirti? Tiriamajam ant įvairių liežuviu vietų užlašinama nežinomo skonio tirpalo ir prašoma nurodyti jo skonį bei kuria liežuviu dalimi jį pajuto. Taip išbandomi visų 4 skonių tirpalai, prieš kiekvieną bandymą išsiskalaujant burną. Informacija iš skonio receptorių analizuojama ir skonis suvokiamas, kai nerviniai impulsai iš skonio receptorių pasiekia didžiųjų pusrutulių žievėje esantį skonio jutiminį centrą.

Refleksas — pagrindinė nervinės veiklos forma

Refleksas — tai organizmo reakcija į dirginimą, kurią kontroliuoja centrinė nervų sistema. Kelias, kuriuo sklinda nerviniai impulsai refleksu metu, vadinamas **reflekso lanku**. Reflekso lanką sudaro 5 dalys: **receptorius** (nervų galūnės, priimančios informaciją apie aplinkoje ir organizme vykstančius pakitimus), **juntamoji dalis** (juntamasis neuronas), **centrinės nervų sistemos dalis** (galvos ir nugaros smegenys), **judinamoji dalis** (judinamasis neuronas), **vykdomasis organas** (raumuo arba liauka). Pavyzdžiui, palietę aštrų daiktą, akimirksniu atitraukiame ranką. Kodėl? Odoje esantys receptoriai dirginimus paverčia nerviniais impulsais. Šie sklinda juntamuoju neuronu (juntamąja dalimi) į nugaros smegenis (centrinės nervų sistemos dalis), kur informacija apdorojama. Ten per įterptinį neuroną impulsas pasiekia judinamąjį neuroną, o šis siunčia impulsus į rankos dvigalvį žasto raumenį. Tai vykdomasis organas. Jis susitraukia ir pakelia ranką. Vidaus organai taip pat veikia refleksiniu principu. Pavyzdžiui, į burną patekus maisto, pradeda skrtis seilės. Liežuvyje esantys receptoriai dirgini-



58 pav. Reflekso lankas

mus paverčia nerviniais impulsais, kurie juntamaisiais neuronais pasiekia galvos smegenis. Per įterptinius neuronus impulsai pasiekia judinamuosius neuronus, kuriais toliau sklinda į seilių liaukas ir šios išskiria seiles. Refleksų yra 2 tipai: nesąlyginiai ir sąlyginiai.

Nesąlyginiai refleksai yra įgimti, pastovūs kiekvienai gyvūnų rūšiai, klasei ar tipui. Žinomi šie nesąlyginiai refleksai:

- gynimosi (įsidūrę aštriu daiktu, atitraukiame ranką, žybtelėjus ryškiai šviesai, užmerkiame akis, taip pat kosulys, čiaudulys, vėmimas, mirksėjimas);
- orientacijos (pasigirdus nežinomam garsui, individas pasuka į jį galvą, klauso, stebi garso šaltinį, kol nustato jo priežastį);
- tonuso (ilgalaikis raumenų susitraukimas, būtinas galvai ir kūnui laikyti reikalingoje padėtyje);
- funkciniai (kvėpavimo, virškinimo, širdies darbo).

Sąlyginiai refleksai yra įgyti. Taip įgimtą elgseną papildo išmokimas arba individuali patirtis. Sąlyginiai refleksai susidaro derinant tam tikrus dirgiklius. Dirgiklių rūšys yra šios: **nesąlyginiai** (sukelia nesąlyginį refleksą), **neutralūs** (bereikšmiai dirgikliai, į kuriuos individas paprastai nereaguoja) ir **sąlyginiai** (sudaromi derinant nesąlyginius ir bereikšmius dirgiklius). Pavyzdžiui, šerdami akvariumo žuvytes, prieš įberdami maisto (nesąlyginis dirgiklis) kelis kartus pabelskime į stiklą (neutralus dirgiklis). Jei šį bandymą kartosime keletą kartų, žuvytės, pajutusios beldimą, plauks į tą vietą, kur buvo nuolat maitinamos, nors maisto dar nebus įberta. Neutralus dirgiklis virsta sąlyginiu dirgikliu. Susidarys sąlyginis refleksas.

Nesąlyginių ir sąlyginių refleksų skirtumai

- Nesąlyginiai refleksai yra įgimti, paveldėti iš tėvų, būdingi tam tikrai rūšiai, o sąlyginiai — įgyjami per individo gyvenimą, individualūs.
- Nesąlyginiai refleksai išlieka visą individo gyvenimą, o sąlyginiai gali ir išnykti, jei aplinkos sąlygos pakinta ar sąlyginis refleksas nepalaikomas nesąlyginiu dirgikliu, pavyzdžiui, po remonto šviesos jungiklį perkėlus į kitą vietą, žmogus kurį laiką siekia jungiklio ankstesnėje vietoje, bet po kiek laiko šis refleksas išnyksta.
- Nesąlyginių refleksų centrai yra galvos smegenų kamiene, o sąlyginių — galvos smegenų didžiųjų pusrutulių žievėje.

Narkotinių medžiagų poveikis žmogaus nervų sistemai

Narkotikai — tai alkoholis, nikotinas, marihuana, kokainas, heroinas ir kitos medžiagos, kurių jas vartojantiems žmonėms atsisakyti sunku, nes atsiranda psichinė ir fizinė priklausomybė. Jos aktyviai veikia nervų sistemą, dažniausiai kliudydamos mediatoriams sinapsėse išsilieti iš sinapsinių pūslelių arba būti paimtiems atgal. Šis poveikis sutrikdo normalų nervinių impulsų perdavimą nervų sistemoje.

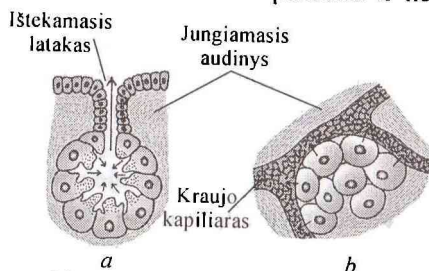
Alkoholis žaloja centrinę nervų sistemą. Jo veikiami dažnai suyra ryšiai tarp didžiųjų pusrutulių žievinių centrų, todėl sutrinka žmogaus mąstymas. Alkoholis ilgina atsakomosios reakcijos laiką, atbukina regėjimą ir klausą, neleidžia deramai suvokti aplinkos, veikia smegenėles, todėl sutrinka judesių koordinacija. Itin dideli alkoholio kiekiai gali pakenkti pailgosiose smegenyse esantiems kvėpavimo bei širdies centrams ir sukelti mirtį.

Nikotinas — tabake esantis alkaloidas. Jis stimuliuoja receptorius, didina griaučių raumenų aktyvumą, širdies susitraukimų dažnį, virškinamojo trakto judesius.

Marihuana, kokainas, heroinas ir kiti narkotikai, priklausomai nuo vartojamo kiekio bei stiprumo, sukelia malonumo jausmą, euforiją, mąstymo pokyčius, haliucinacijas, nerimo jausmą, depresiją, sutrikdo judesių koordinaciją, gebėjimą rišliai kalbėti.

Išorinės ir vidaus sekrecijos liaukos

Žmogaus organizme yra šios liaukų rūšys: išorinės sekrecijos (egzokrininės) ir vidaus sekrecijos (endokrininės). **Išorinės sekrecijos liaukos** turi ištekamuosius latakus, kuriais pagamintas medžiagas išskiria į kitus organus ar kūno paviršių. Tai seilių, ašarų, prakaito, skrandžio ir kitos liaukos. **Vidaus sekrecijos liaukos** sudaro uždaras pūsleles ir neturi ištekamųjų latakų. Jos gamina hormonus, kuriuos išskiria tiesiai į kraują. Tai hipofizė (pasmegeninė liauka), epifizė (kankorėžinė liauka), skydliaukė, prieskydinė liauka, užkrūčio liauka, antinksčiai. Funkcionuojančios ir kaip išorinės, ir kaip vidaus sekrecijos, vadinamos **mišrios sekrecijos** liaukomis. Tai kasa ir lytinės liau-



59 pav. Liaukos: a — išorinės sekrecijos, b — vidaus sekrecijos

kos. Kasa gamina ir virškinimo fermentus, kurie per lataką pasiekia dvylikapirštę žarną (išorinė sekrecija), bei hormonus, kuriuos atiduoda į kraują (vidaus sekrecija). Lytinėse liaukose subręsta lytinės ląstelės, kurios išskiriamos latakais (išorinė sekrecija), ir hormonai, atiduodami tiesiai į kraują (vidaus sekrecija).

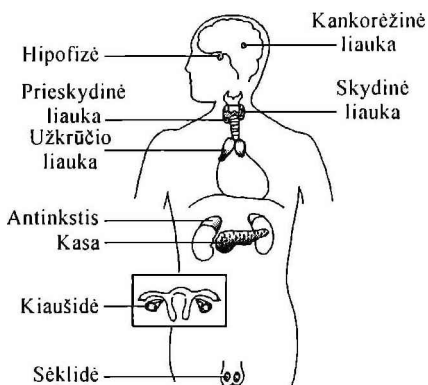
Vidaus sekrecijos liaukos ir jų funkcijos

Hipofizė (pasmegeninė liauka) gamina hormoną somatotropiną. Jis skatina augimo procesus ir baltymų sintezę. Kai somatotropino gaminama per daug, vaikai suserga gigantizmu, t. y. būna per aukšti, o suaugusiam žmogui pradeda augti plaštakos, pėdos, nosis, liežuvis, lūpos, apatinis žandikaulis. Jei hormono gaminama per mažai, vaikai lieka neužaugos (liliputai), sulėtėja jų psichinis vystymasis, o suaugusieji nutunka, jiems retėja kaulai, didėja kraujospūdis.

Skydliaukė gamina hormoną tiroksiną (turi jodo). Jis skatina medžiagų apykaitą (išsiskiria daugiau energijos ir kyla kūno temperatūra), kartu su hipofizės hormonu somatotropinu reguliuoja vaikų augimo ir vystymosi greitį. Jeigu tiroksino gaminama per daug, susergama Basedovo liga (smarkiai pagreitinėja medžiagų apykaita, žmogus tampa dirglus, mažėja svoris, gausiai prakaituojama, išsprogsta akys). Kai tiroksino gaminama per mažai, suaugusieji suserga miksedema (krinta kūno temperatūra, lėtėja širdies darbas, pabrinksta audiniai), o ankstyvajame amžiuje vaikui išsivysto kretinizmas (gali likti neužauga, atsilikusios psichikos).

Antinksčiai gamina hormoną adrenaliną. Jis išsiskiria patyrus stresą ir greitina širdies darbo ritmą, sutraukia kraujagysles, skatina išsiskirti gliukozę iš kepenų į kraują. Sutrikus antinksčių funkcijoms, kinta kraujospūdis, cukraus kiekis kraujyje.

Kasa — mišrios sekrecijos liauka. Endokrininės liaukos funkciją atlieka ląstelių grupės — Langerhanso salelės. Jos gamina hormoną insuliną, kuris padeda palaikyti pastovią gliukozės koncentraciją kraujyje, skatina gliukozės perteklių virsti glikogenu kepenyse, kur kaupiamos jo atsargos. Trūkstant insulino, susergama cukriniu diabetu (cukralige). Tuomet gliukozės kraujyje padaugė-



60 pav. Vidaus ir mišrios sekrecijos liaukos

ja, nes kepenyse bei raumenyse ji nepaverčiama glikogenu. Iš organizmo su šlapimu išsiskiria daugiau gliukozės. Dėl insulino pertekliaus kraujyje greitai mažėja gliukozės kiekis, išpila prakaitas, prasideda traukuliai, ligonis netenka sąmonės ir gali mirti.

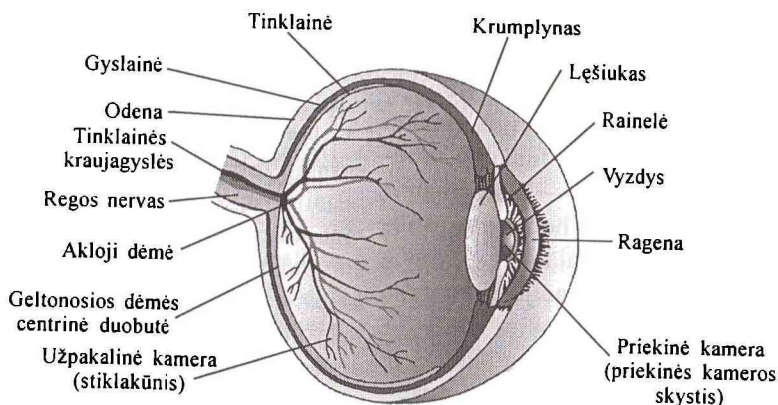
Lytinės liaukos — mišrios sekrecijos liaukos. Moteriškos lytinės liaukos — kiaušidės. Kaip endokrininės liaukos, jos gamina moteriškus lytinius hormonus estrogeną, progesteroną. Vyrishkos lytinės liaukos — sėklidės. Jos išskiria hormoną testosteroną. Lytiniai hormonai skatina formotis antrinius lytinius požymius: mergaitėms pradeda vystytis pieno liaukos, moteriškas plaukuotumas, plėtėja dubuo, susidaro moteriškos kūno proporcijos, prasideda mėnesinės; berniukams vyksta balso mutacija, didėja ir stiprėja raumenys, plėtėja pečiai, formuojasi vyriškas kūno plaukuotumas. Pakitus kiaušidžių ir sėklidžių veiklai, sutrinka viso kūno ir lytinis vystymasis.

Nervinio ir humoralinio reguliavimo skirtumai

- Reakcijos greitis: nervinio reguliavimo reakcijos greitis labai didelis, o humoralinio — palyginti mažas.
- Veikimo trukmė: nervinio reguliavimo reakcija staiga prasideda ir greitai baigiasi, o humoralinio reguliavimo — gali trukti kelias valandas ar dienas.

Jutimo organai ir jų reikšmė.

Akis — regos organas



61 pav. Žmogaus akies sandara

Pagrindinės akies dalys ir jų funkcijos. Rainelė reguliuoja šviesos srautą, patenkančią į akį. Rainelėje yra pigmento, suteikiančio akims spalvą.

Vyzdys į akį praleidžia šviesos spindulius. Rainelėje esantys raumenys viziją gali sutraukti ir išplėsti. Šviesoje vizdys susitraukia, tamsoje išsiplėčia.

Lęšiukas — tai skaidrus bespalvis, abipus išgaubtas darinys. Jį supa krumplyno raumenys, kuriems įsitempiančiam ir atsipalaiduojant lęšiukas skirtingai išsigaubia ir skirtingai laužia bei fokusuoja į akį patenkančius šviesos spindulius. Taip akis prisitaiko prie stebimo vaizdo nuotolio. Žiūrint į arti esantį objektą, krumplyno raumenys susitraukia ir lęšiukas išsigaubia. Žiūrint į tolį, krumplyno raumenys atsipalaiduoja ir lęšiukas suplokštėja.

Stiklakūnis — tai skaidri, drebučių konsistencijos akies obuolį užpildanti terpė, praleidžianti ir laužianti šviesos spindulius.

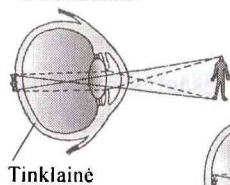
Tinklainė — vidinis akies kapsulės sluoksnis. Joje susidaro apverstas objekto vaizdas. Tinklainėje yra regos receptoriai — **lazdelės** ir **kolbelės**. Jos šviesinius dirginimus paverčia nerviniais impulsais ir perduoda regos nervu į didžiųjų pusrutulių žievės regos centrą. Lazdelės aktyvesnės prieblandoje, bet nereaguoja į spalvinius dirgiklius, todėl prieblandoje daiktus matome nespaltvotus. Kolbelės aktyvesnės ryškioje šviesoje ir reaguoja į spalvinius dirgiklius, todėl galime skirti spalvas. Tinklainės centre yra jautriausia jos vieta — **geltonoji dėmė**. Joje yra tik kolbelės ir nėra lazdelių. Daikto vaizdas, susifokusavęs geltonojoje dėmėje, matomas ryškiausiai. Todėl, norėdami apžiūrėti objektą, galvą ar akis pasukame tiesiai į jį. Tinklainėje prasideda regos nervas. Toje vietoje nėra nei kolbelių, nei lazdelių, todėl ši vieta vadinama **akląja dėme**. Daikto vaizdo, patekusio į akląją dėmę, nematome.

Akių ligos ir jų priežastys. Išvardysime keletą labiausiai paplitusių.

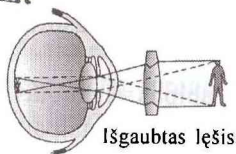
Trumparegystė — liga, kai tolimi daiktai matomi neryškiai. Daikto vaizdas susidaro ne tinklainėje, o priešais ją, nes lęšiukas būna per daug išgaubtas (igyta trumparegystė) arba akies obuolys pailgėjęs (igimta trumparegystė).

Toliaregystė — liga, kai neryškiai matomi arti esantys daiktai. Daikto vaizdas susidaro už tinklainės, nes apsilpsta lęšiuko gebėjimas keisti išgaubtumą (igyta toliaregystė) arba akies obuolys yra sutrumpėjęs (igimta toliaregystė).

Vaizdas susidaro
už tinklainės



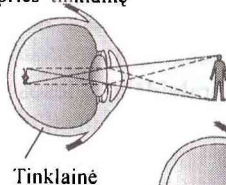
Tinklainė



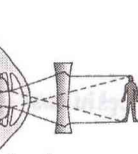
Toliaregystės koregavimas

a

Vaizdas susidaro
prieš tinklainę



Tinklainė



Išgaubtas lęšis

Trumparegystės koregavimas

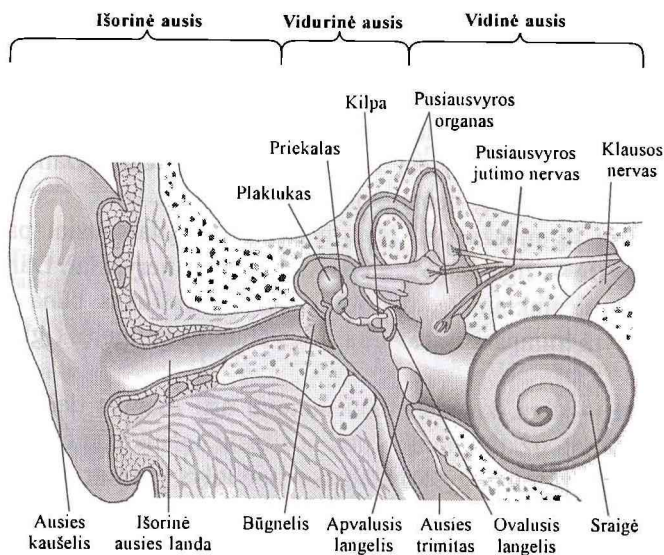
b

62 pav. Toliaregystė (a) ir trumparegystė (b)

Vištakumas — naktinis aklumas. Žmogus blogai mato arba visai nemato prieblandoje ir tamsoje. Įgimtas vištakumas pasitaiko retai ir yra paveldimas. Įgytas vištakumas atsiranda dėl vitamino A trūkumo, kai išsivysto tinklainės lazdelių sandaros pakitimai.

Daltonizmas — tai paveldima regos yda, kai sutrinka kolbelių veikla ir žmogus neskiria raudonos bei žalios spalvos. Daltonizmą lemiantis genas yra recesyvus ir paveldimas su X chromosoma. Dažniau pasireiškia vyrams.

Ausis — klausos ir pusiausvyros organas



63 pav. Ausies sandara

Ausies dalys ir jų funkcijos. Ausį sudaro trys dalys: išorinė, vidurinė ir vidinė. **Išorinei ausies** daliai priklauso ausies kaušelis, išorinė klausomoji landa, būgnelis. **Vidurinėje ausyje** yra būgninė ertmė su 3 klausomaisiais kauleliais (plaktukas, priekalas, kilpa) ir ausies trimitas. **Vidinė ausis** sudėtingiausia. Ji susideda iš kaulinio labirinto, o šis — iš sraigės ir 3 pusratinių kanalų (pusiausvyros jutimo organas). Kaulinio labirinto viduje yra plėvinis labirintas, pilnas skysčio. Jame išsidėstę klausos receptoriai. Kauliniame labirinte yra dvi angos, aptrauktos membrana: ovalusis ir apvalusis langeliai.

Ausies kaušelis gauda garsinius virpesius ir nukreipia į išorinę klausomąją landą. Būgnelis vibruoja veikiamas garsinių bangų. Nuo būgnelio garsiniai virpesiai sklinda į klausomuosius kaulelius: plaktuką, priekalą, kilpą. Jei ateina stiprus garsas, kauleliai jį susilpnina, o jei silpnas — sustiprina. Ausies trimitas jungia būgninę ertmę su nosiarykle. Juo, kiekvieną kartą ryjant, oras patenka į būgninę ertmę, todėl oro slėgis abipus būgnelio yra vienodas. Klausomieji kauleliai perduoda virpesius į vidinę ausį pro ovalųjį langelį. Kad skystis sraigės viduje galėtų judėti, išspūčia apvaliojo langelio membrana. Skysčio virpesiai dirgina klausos receptorių, kurie dirginimą paverčia nerviniais impulsais. Klausos nervu impulsai perduodami į didžiųjų pusrutulių klausos žievinį centrą. Ten suvokiamas garso pobūdis, stiprumas, tembras.

Klausos sutrikimai ir jų priežastys

- **Sieros kamštis** susidaro išorinėje klausomojoje landoje reguliariai nevalant ausų.
- **Būgnelio elastingumo sumažėjimas** gali išsivystyti nuo stiprių garsų, veikiančių ausis kiekvieną dieną. Tai klausos susilpnėjimo priežastis.
- **Būgnelio sužalojimas** — viena iš dažniausių ausies traumų. Ją gali sukelti smūgis per ausį, stiprios garso bangos, praduriama krapštant ausį aštriais daiktais. Dėl to galima visiškai apkursti.
- **Ausies uždegimas.** Jį sukelia į vidurinę ausį iš nosiaryklės pakliuvę ligų sukėlėjai. Prasidėjus uždegimui, klausomieji kauleliai tampa nepakankamai paslankūs ir sutrinka garsų perdavimas. Jei uždegimas apima ir vidinę ausį, galimi klausos receptorių pažeidimai.

Augalų reakcijos į aplinkos dirgiklius

Į aplinkos dirgiklius reaguoja ne tik gyvūnai, bet ir augalai. Augalai į aplinkos dirgiklius (šviesą, žemės trauką, prisilietimą) reaguoja augimo pokyčiais. Augalo atsakas kryptingu augimu dirgiklio kryptimi arba nuo jo vadinamas **tropizmu**. Teigiamasis tropizmas — dirgiklio link, neigiamasis tropizmas — dirgikliui priešinga kryptimi.

Augalų reakcija į šviesą vadinama **fototropizmu**. Teigiamasis fototropizmas būdingas stiebams, o neigiamasis — kai kurių augalų šaknims. Stipriausiai augalus veikia mėlyna šviesa. Manoma, kad į ją reaguoja geltonas jų pigmentas. Tuomet augalų augimo hormonas auksinas pernešamas iš apšviestos dalies stiebo viršūnėje į esančią šešėlyje. Toje pusėje ląstelės ilgėja sparčiau negu apšviestojoje ir stiebas išlinksta šviesos link. Augalų reakcija į Žemės trauką vadinama **gravitropizmu**. Stiebams būdingas neigiamasis gravitropizmas, o šaknims — teigiamasis. Šaknies šalmelio ląstelėse aptikta sensorių, vadinamų statolitais. Manoma, kad tai plastidėse amiloplastuose esantys krakmolo grūdeliai. Augalą paguldžius ant šono, Žemės traukos veikiami amiloplastai nusėda apatinėje šaknies šalmelio ląstelių dalyje. Kai tokiu būdu šaknis pajunta Žemės trauką, hormonas auksinas pernešamas į apatinę stiebo ar šaknų pusę. Jis slopina šaknies ląstelių augimą, todėl viršutinės pusės ląstelės, kur jo mažiau, ilgėja sparčiau ir šaknis nulinksta žemyn. Tuo tarpu stiebo ląstelių augimą auksinas stimuliuoja, ir ląstelės apatinėje dalyje ištįsta. Stiebas išlinksta į viršų.

ORGANIZMŲ GENETIKA, EVOLIUCIJA IR ĮVAIROVĖ

GENETINĖ INFORMACIJA LĄSTELĖJE IR JOS REALIZAVIMAS

DNR — genetinės informacijos nešiklis

Eukariotų ląstelėse DNR daugiausia randama branduolyje esančiose chromosomose (chromosomų cheminė sudėtis: apie 40 % DNR, 60 % baltymų ir truputis RNR). Nedidelių žiedinių DNR molekulių taip pat yra mitochondrijose ir plastidėse. Prokariotų ląstelėse yra viena žiedinė chromosoma bei keletas nedidelių pagalbinių žiedinių DNR, vadinamų plazmidėmis.

Homologinės ir nehomologinės chromosomos

Kiekviena eukariotų rūšis turi jai būdingą chromosomų skaičių, pavyzdžiui, žmogaus nelytinėse ląstelėse būna 46, katės — 38, o bulvės — 48 chromosomos. Šis skaičius vadinamas diploidiniu ($2n$) chromosomų rinkiniu. Diploidiniame rinkinyje kiekviena chromosoma turi panašaus dydžio bei formos antrinę — tai homologinės chromosomos. Jose išsidėsto požymių lemiantys aleliniai genai. Perpus mažesnis neporinis chromosomų rinkinys vadinamas haploidiniu (n). Jis nurodo, kiek yra skirtingų (nehomologinių) chromosomų. Haploidinis chromosomų rinkinys dažniausiai sutinkamas lytinėse ląstelėse.

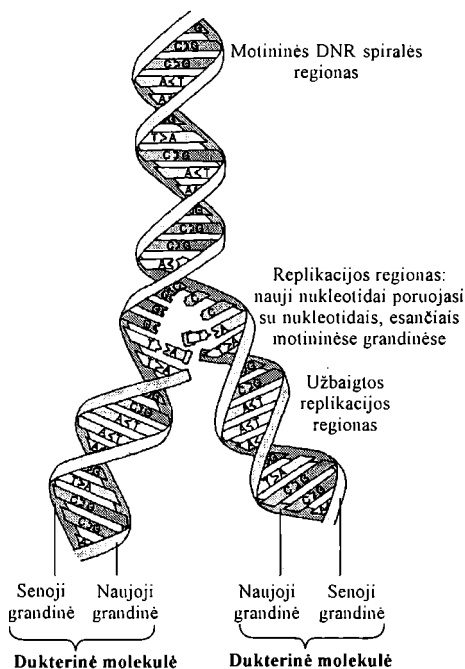
DNR dvigubėjimo reikšmė

Viena svarbiausių savybių, būtinų genetinei medžiagai (DNR) — gebėjimas dvigubėti (replikuotis). DNR replikacija vyksta interfazės metu prieš ląstelės dalijimąsi. DNR gali replikuotis komplementarios bazių

sekos dėka. Replikuojantis motininę DNR molekulę išvynioja specialus fermentas helikazė. DNR grandinės atsiskiria. Tada kiekviena senoji grandinė yra kaip matrica (šablonas) naujos grandinės sintezei. Nauji nukleotidai su motininėse grandinėse esančiais poruojasi pagal komplementarumo principą: adeninas — su timinu, o citozinas — su guaninu. Šiuos procesus vykdo fermentų kompleksas, vadinamas DNR polimeraze.

DNR kopija ląstelėje gaminama interfazės metu iki mitozės. Mitozės pradžioje išryškėjusios chromosomos jau susideda iš dviejų seserinių chromatidžių, kurių kiekvienos pagrindas — DNR molekulės kopijos, todėl jos turi po visiškai vienodą genų rinkinį.

Ląstelei dalijantis mitozės būdu, kiekvienos chromosomos seserinės chromatidės atsiskiria ir sudaro dvi dukterines chromosomas, kurios patenka į dukterinių ląstelių branduolius. Taip abu naujieji branduoliai gauna tiek pat chromosomų, kiek jų turėjo motininės ląstelės branduolys, ir dukterinės ląstelės genetiškai lieka tokios pat, kaip ir motininė.



64 pav. DNR replikacija

Genai ir genetinis kodas

Informacija apie ląstelėje sintetinamus baltymus yra užkoduota DNR paveldimosios informacijos vienetais — genais. **Genas** — tai DNR molekulės dalis, kurioje glūdi informacija apie aminorūgščių išsidėstymo tvarką baltymo polipeptidinėje grandinėje. Vienoje chromosomoje gali būti tūkstančiai genų.

Genetinis kodas paaiškina, koku būdu DNR molekulėje užkoduojama informacija apie aminorūgščių seką baltymo molekulėje. DNR polimeras sudarytas iš 4 rūšių skirtingų nukleotidų: adenino, guanino, timino, citozino. Su jų pagalba užkoduojama 20 aminorūgščių, kurios sudaro baltymų molekules.

Genetinio kodo savybės

- Jis yra tripletinis. Vieną aminorūgštį koduoja 3 nukleotidai (triple-tas) ir sudaro kodoną. Iš keturių DNR nukleotidų, imant po 3, galima sudaryti 64 įvairius derinius, kurių visiškai pakanka visoms aminorūgštims užkoduoti. Tiksliai nustatyta, koks kodonas kurią aminorūgštį koduoja. Pavyzdžiui, aminorūgštį triptofaną — DNR kodonas ACC.
- Laikomas išsigimusiū, nes daugumą aminorūgščių koduoja dau-giau negu vienas kodonas. Pavyzdžiui, aminorūgštis leuciną, seri-ną koduoja net 6 skirtingi kodonai. Tai apsaugo nuo kenksmingo mutacijų poveikio.
- Yra nesanklodinis. Kiekvienas tripletų kodonas turi tik vieną reikš-mę.
- Turi vieną baltymo pradžios (inicialinį) ir tris pabaigos (termina-linius) kodonus.
- Yra universalus — jis būdingas visiems gyviesiems Žemės orga-nizmams ir beveik nepakitęs egzistuoja jau milijonus metų. Tai rodo, kad visa gyvybė yra susijusi giminystės ryšiais.

DNR kodo lentelė

Pirmoji bazė	Antroji bazė				Trečioji bazė
	U (A)	C (G)	A (T)	G (C)	
U (A)	Fen Fen Leu Leu	Ser Ser Ser Ser	Tir Tir — —	Cis Cis — Tri	U (A) C (G) A (T) G (C)
C (G)	Leu Leu Leu Leu	Pro Pro Pro Pro	His His Gln Gln	Arg Arg Arg Arg	U (A) C (G) A (T) G (C)
A (T)	Ile Ile Ile Met	Tre Tre Tre Tre	Asn Asn Liz Liz	Ser Ser Arg Arg	U (A) C (G) A (T) G (C)
G (C)	Val Val Val Val	Ala Ala Ala Ala	Asp Asp Glu Glu	Gli Gli Gli Gli	U (A) C (G) A (T) G (C)

Lentelė naudotis reikia taip: pirmasis tripleto nukleotidas imamas iš kairiosios vertikalios eilės, antrasis — iš horizontalios viršutinės, o trečiasis — iš dešinėsios vertikalios eilės. Tose vietose, kur kertasi linijos, einančios nuo visų trijų nukleotidų, ir yra ieškomoji aminorūgštis. DNR nukleotidai pateikiami skliausteliuose, o iRNR — priešais skliaustelius. Pavyzdžiui, reikia nustatyti, kurią aminorūgštį koduoja DNR tripletas AAA. Linijos kertasi ties „Fen“. Tai aminorūgštis fenilalaninas.

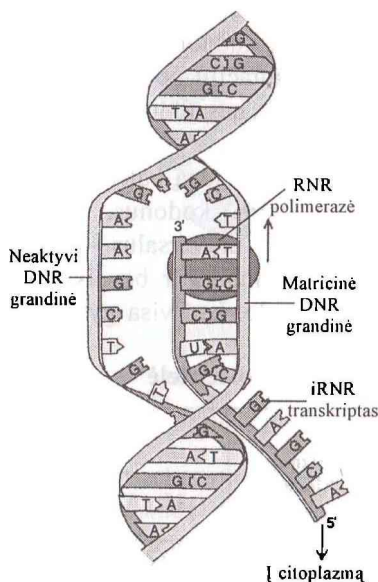
Baltymo sintezės etapai

Baltymo sintezės etapai yra transkripcija ir translacija.

Transkripcija — tai procesas, kuriam vykstant nuo dalies DNR (geno) nurašoma informacinė RNR (iRNR) kopija. Baltymo sintezė vyksta ribosomose, o informacija apie jo struktūrą saugoma ląstelės branduolyje esančioje DNR. DNR informacija yra nurašoma į iRNR, kuri ją ir perneša į baltymo sintezės vietą. Transkripcija vyksta eukariotinių ląstelių branduolyje, dalyvaujant fermentams RNR polimerazėms.

Iš pradžių DNR spiralės atkarpa atsivynioja ir atsiskiria. Transkripcijos vietoje komplementarus iRNR nukleotidai jungiasi su DNR nukleotidais. Jei DNR matricinėje molekulėje yra A, T, G ar C, iRNR molekulėje atitinkamai išsidėsto U, A, C ar G. Taip transkripcijos metu susiformuoja iRNR molekulė, kurios bazių seka yra komplementari vienos DNR grandinės sekos daliai. Vieno DNR geno kopijų (iRNR molekulių) po transkripcijos gali susidaryti daug. Jos iškeliauja iš branduolio į citoplazmą per branduolio apvalkalo poras.

Transliacija. Kad ji vyktų, reikalingos iRNR, rRNR ir tRNR. Transliacijos metu iRNR kodonų seka, patekusi į ribosomą, nurodo aminorūgščių seką polipeptidinėje grandinėje. Ribosoma slenka iRNR molekule ir „skaity“ kodonus. Į ją atvyksta tRNR ir atneša aminorūgštis. Amino rūgštys sujungiamos, formuojasi ir ilgėja polipeptidinė grandinė. Transliacija sustoja, galutinai susiformavus polipeptidinei grandinei.

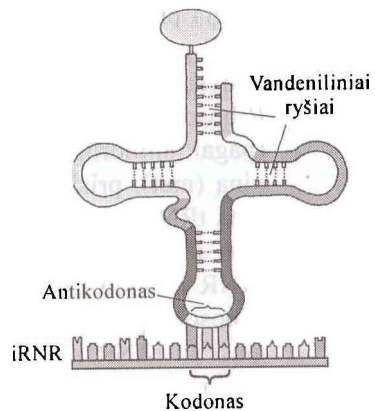


65 pav. Transkripcija

tRNR molekulės sudarytos iš 70—80 nukleotidų, kurie jungiasi į vieną grandinę. Ji susilanksto taip, kad susidaro regionai, kuriuose keletas komplementarių bazių tarpusavyje jungiasi vandenilniais ryšiais. Kiekvieną iš 20 aminorūgščių, įeinančių į baltymų sudėtį, transportuoja tam tikra tRNR molekulė. Aminorūgštis prisijungia prie vieno jos galo. Šį procesą katalizuoja fermentai tRNR sintetazės. Priešingame tRNR molekulės gale yra antikodonas. Tai trijų bazių grupė, komplementari specifiniam iRNR kodonui, prie kurio jungiasi. Pavyzdžiui, aminorūgštį leuciną pernešanti tRNR, kurios antikodonas yra GAA, susijungia su iRNR kodonu CUU.

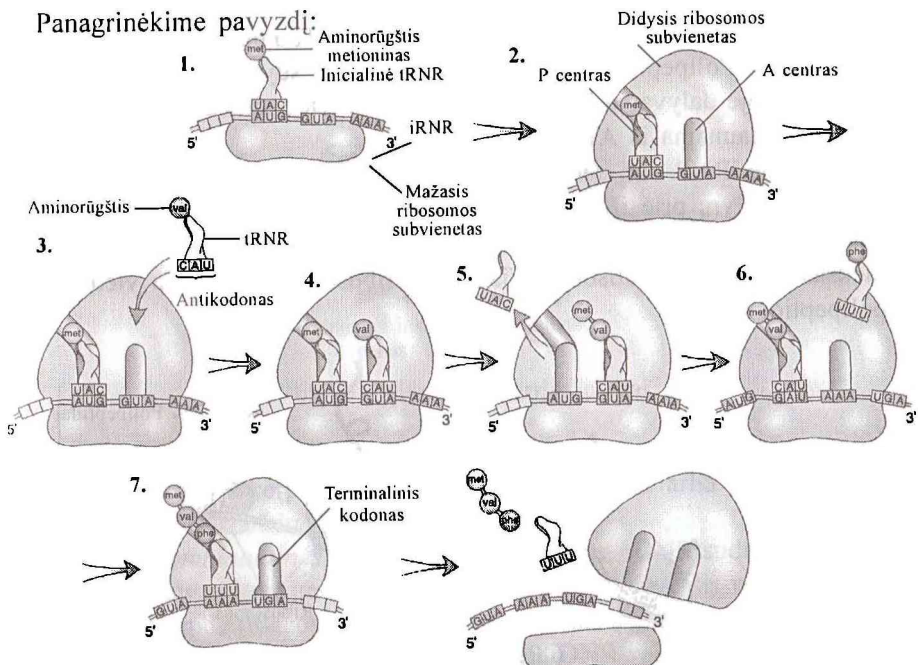
Taigi DNR kodonas komplementarus iRNR kodonui, o šis — tRNR antikodonui. Pavyzdžiui: DNR kodonas — GAT,
iRNR kodonas — CUA,
tRNR antikodonas — GAU.

Aminorūgštis leucinas



66 pav. tRNR molekulės sandara

Panagrinėkime pavyzdį:

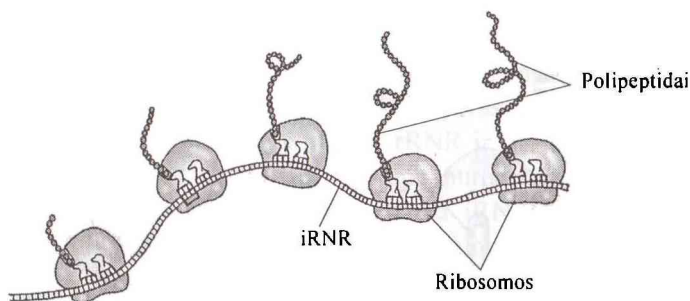


67 pav. Baltymo sintezė

1. Transliacija prasideda, kai mažasis ribosomos subvienetas prisijungia prie iRNR. Pirmoji, arba inicialinė, tRNR savo antikodonu UAC prisijungia prie iRNR kodono AUG.
2. Didysis ribosomos subvienetas susijungia su mažuoju subvienetu. Ribosoma turi 2 tRNR prijungimo centrus: P (pagal peptidą) ir A (pagal aminorūgštį). Inicialinė tRNR, atnešusi aminorūgštį metioniną (met), prisijungia prie P centro.
3. Kita tRNR, nešanti aminorūgštį valiną (val), priartėja prie ribosomos ir prisijungia savo antikodonu CAU prie A centre esančio iRNR kodono GUA.
4. Ribosomoje vienu metu gali būti 2 tRNR, kurių antikodonai jungiasi su iRNR kodonais.
5. Aminorūgštis metioninas (met) perkeliama ir peptidiniu ryšiu sujungiama su aminorūgštimi valinu (val), kuri yra ant tRNR A centre. Tuomet tRNR molekulė nuo P centro atsipalaiduoja ir palieka ribosomą.
6. Ribosoma pasislenka per tris nukleotidus. Dabar tuščiame A centre yra naujas kodonas AAA. Į laisvą vietą atvyksta tRNR, kurios antikodonas UUU yra komplementarus iRNR kodonui. Ji atneša aminorūgštį fenilalaniną (phe).
7. Procesas tęsiasi, kol ribosoma pasiekia terminalinį iRNR kodoną (UGA), kuris nekoduoja aminorūgšties. Tuomet transliacija baigiasi. Polipeptidas palieka ribosomą, ir ši suyra į subvienetus.

Transliacijoje dalyvauja įvairūs fermentai. Baltymo sintezei būtina energija, kuri gaunama iš ATP.

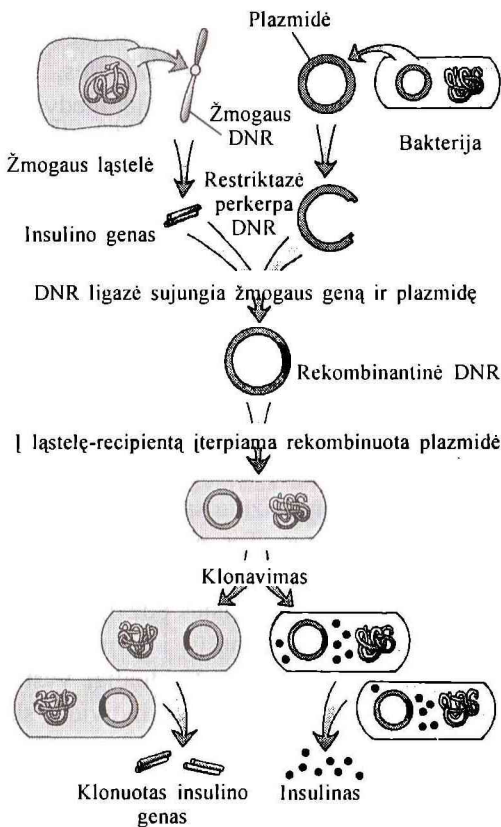
Kai pradinę iRNR dalį perskaito viena ribosoma ir pradeda slinkti iRNR molekulė tolyn, prie iRNR prisitvirtina kita ribosoma. Dažnai prie tos pačios iRNR prisitvirtina ir transliaciją vykdo kelios ribosomos. Šis kompleksas vadinamas polisoma. Visos šios ribosomos pagamina vienodus polipeptidus.



68 pav. Polisoma

Genų inžinerija — transgeninių organizmų kūrimo metodas

Transgeniniai vadinami laisvai aplinkoje gyvenantys organizmai, turintys svetimą geną. Juos galima sukurti genų inžinerijos metodais. Yra trys svarbiausi genų inžinerijos etapai:



69 pav. Genų inžinerijos etapai

1. *Genų išskyrimas arba dirbtinė jų sintezė.* Reikalingus genus iš genomo iškerpa fermentai DNR restriktazės arba jie sintetinami cheminiu būdu.
2. *Rekombinantinės DNR (rDNR) sukūrimas.* rDNR sudaro iš vektoriaus, į kurį įterpiamas norimas genas. Dažnai šis vektorius būna plazmidė (mažos žiedinės DNR molekulės, gaunamos iš bakterijų). Svetimam genui įterpti į vektoriaus DNR reikia dviejų fermentų.

Pirmasis fermentas, restriktazė, perkerpa plazmidės DNR, o antrasis, ligazė, įterpia svetimą geną į šį tarpą.

3. *rDNR įterpimas į ląstelės genomą*. Rekombinuotos plazmidės įterpiamos į apdorotas bakterijų ląsteles. Kai ląstelė recipientas dauginasi, dukterinės ląstelės gauna svetimą geną. Pagal šiame gene užkoduotą informaciją ląstelės gamina svetimą baltymą.

Yra sukurta transgeninių bakterijų, kurios gamina insuliną, somatotropiną, interferoną, aminorūgštis ir daugelį kitų medžiagų. Transgeninės bakterijos naudojamos ir biologinio valymo darbams, nes geba skaidyti pavojingus teršalus. Transgeniniai augalai (soja, medvilnė, ryžiai) derlingesni, atsparūs vabzdžiams, virusams, herbicidams. Transgeniniai gyvūnai (avis, žuvis, karvės, kiaulės) esti didesnio svorio, iš jų gaminami farmaciniai preparatai. Tačiau transgeninių organizmų kūrimas kelia ir tam tikrų abejonių. Genetiškai modifikuoti mikrobai, augalai ir gyvūnai, būdami atsparesni daugeliui neigiamų aplinkos veiksnių, gali užkariauti ekosistemas ir kenkti natūraliomis sąlygomis gyvenantiems organizmams.

PAVELDIMUMAS IR KINTAMUMAS

Paveldimumas — tai organizmų savybė perduoti kitai kartai savo požymius ir vystymosi ypatumus. Tos pačios rūšies individai būna panašūs vieni į kitus. Paveldimumas padeda organizmams išlaikyti, perduoti iš kartos į kartą būdingus rūšies, veislės požymius. Jis pasireiškia tuo, kad vaikai daugeliu požymių yra panašūs į tėvus, senelius.

Kintamumas — organizmų savybė individualiai vystantis įgyti naujų požymių. Dėl kintamumo tos pačios rūšies individai skiriasi vieni nuo kitų tam tikrais požymiais. Organizmų kintamumas skirstomas į paveldimą ir nepaveldimą. Paveldimam galima priskirti kombinacinį ir mutacinį kintamumą, nepaveldimas yra modifikacinis kintamumas.

Paveldimumas ir kintamumas — priešingos, bet glaudžiai tarpusavyje susijusios organizmų savybės. Paveldimumas išsaugo rūšies vientisumą, o kintamumas palaiko individų įvairovę rūšies viduje. Paveldimumas ir kintamumas susiję su evoliucija. Naujos organizmų savybės atsiranda dėl kintamumo, bet jis evoliucijai svarbus tik tada, kada atsiradę pakitimai išlieka kitose kartose, t. y. paveldimi.

Kombinacinis kintamumas — tai nauji genų, chromosomų deriniai, atsirandantys, kai organizmai įvairiais būdais keičiasi genetinėmis struktūromis arba jų dalimis. Tai vyksta dėl šių priežasčių:

- bivalentams (lygiagrečiai susijungusių homologinių chromosomų poroms) išsidėsčius metafazinėje plokštelėje atsitiktine tvarka, gametos gauna nevienodus chromosomų rinkinius. Tai vyksta mejozės I metafazės metu. Kuri homologinė chromosoma į kurią ląstelės polių bus orientuota — atsitiktinumas;
- dėl krosingoverio (genetinės medžiagos mainų tarp bivalento nesesterinių chromatidžių) tarp chromosomų, gametose homologinių chromosomų rinkiniai skirsis. Krosingoveris vyksta mejozės I profazėje;
- po apvaisinimo zigota gauna 2 genetiškai skirtingus chromosomų rinkinius. Lytinės ląstelės jau ir taip yra nevienodos dėl anksčiau minėtų priežasčių. Apvaisinimo metu zigota gauna abiejų tėvų chromosomas ir galimų derinių įvairovė dar padidėja.

Lytiškai besidauginantys organizmai turi didžiules kombinacinio kintamumo galimybes. Populiacijoje individai nuolat kryžminasi ir atsiranda daugybė naujų genų derinių. Kiekvienas individas genetiškai unikalus — tai ir yra kombinacijų padarinys. Tai labai svarbu evoliucijai, nes atranką lemia kintančios aplinkos sąlygos. Viena iš gamtinės atrankos prielaidų yra ta, kad populiacijų nariai turi paveldimų skirtumų.

Kombinacinis kintamumas yra svarbus selekcijai. Pavyzdžiui, vienus veislių vištos auginamos mėšai, o kitų — deda daug kiaušinių. Vieni veislių obelys rudenį sunokina obuolius, kurie ilgai išlaikomi žiemą, kitos veislės — ankstyvosios, obuoliai neišsilaiko ilgai. Kombinacinis kintamumas selekijoje sudaro galimybes, kryžminant įvairias veisles, atsirasti naujiems genų deriniams. Kryžminimas, derinamas su atranka — vienas efektyviausių selekcinio darbo metodų. Taip išvedamos naujos veislės.

Pagrindinės genetikos sąvokos ir dėsniai

- **Aleliai** — alternatyvios genų formos, kurios lemia vieną požymį. Tai vienas iš genų variantų. Pavyzdžiui, žmogaus kraujo grupę lemia 3 aleliai: I^A , I^B , i .
- **Dominantinis** yra alelis, galintis užgožti kito veikimą. Genetikoje šis alelis žymimas didžiąja raide. Pvz., A — geltona žirnio sėklos spalva.
- **Recesyvinis** — tai toks alelis, kurio pasireiškimą gali nustelbti dominantinis. Genetikoje šis alelis žymimas mažąja raide. Pvz., a — žalia žirnio sėklos spalva.

- **Homozigotinis** yra organizmas, turintis abu vienodus alelius. Gali būti dominantinė homozigota, pvz., AA (žirnis geltonsėklis) ir recesyvinė homozigota — pvz., aa (žirnis žaliasėklis).
- **Heterozigotinis** yra organizmas, turintis du skirtingus kurio nors geno alelius. Pvz., Aa (geltonsėklis žirnis). Alelis, pasireiškiantis heterozigotiniuose organizmuose, yra dominantinis, o nepasireiškiantis — recesyvinis.
- **Genotipas** — sąveikaujančių organizmo genų visuma. Genotipą galima nurodyti raidėmis arba trumpai nusakyti, pvz.: Aa — heterozigota; AA — dominantinė homozigota; aa — recesyvinė homozigota.
- **Fenotipas** — tai organizmo požymių ir savybių visuma, susidariusi sąveikaujant jo genotipui ir aplinkai. Fenotipas nusako organizmo išvaizdą. Aplinkos poveikiai gali būti įvairūs, todėl vienodą genotipą turintys organizmai gali turėti skirtingus fenotipus.

Genetikos pradininkas yra G. Mendelis. Jis atliko bandymus su žirniais ir nustatė paveldėjimo dėsningumus, kurie vėliau buvo patvirtinti tūkstančiais panašių darbų. Apibendrinant kryžminimų rezultatus, išskiriami 3 paveldėjimo, vadinamieji Mendelio, dėsniai.

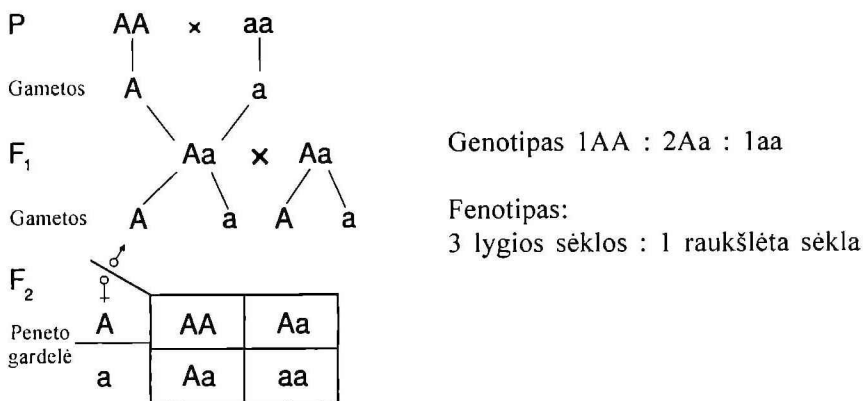
- **Pirmosios hibridų kartos vienodumo dėsnis.** F_1 hibridai, kurių tėvai yra homozigotiniai, būna vienodi. F_1 kartoje pasireiškia dominuojantis genas.
- **Skilimo dėsnis.** Pradedant F_2 , palikuonys susiskaido į grupes. Tai gali tik tie palikuonys, kurių abu tėvai yra heterozigotiniai toje pat genų poroje.
- **Nepriklausomas požymių paveldėjimo dėsnis.** Visiems eukariotams yra būdingas genetinis gametų grynumas.

Monohibridinis kryžminimas

Monohibridiniu vadinamas toks kryžminimas, kai tėvinės formos skiriasi tik viena alternatyvių požymių pora. Atliekant šį kryžminimą, analizuojamas tik vienos požymių poros paveldėjimas.

Užrašant kryžminimus, laikomasi tam tikrų taisyklių. Atlikdami kryžminimą, pasirenkame sutartinius ženklus, išsiaiškiname tėvų genotipus ir nustatome gametas. Kryžminamų pradinių organizmų karta žymima P (tėvai) karta, o pirmos kartos palikuonys — F_1 (sūnų, dukterų) karta. Moteriška lytis žymima ♀ ženklu, vyriška ♂ ženklu, o kryžminimas — X (daugybės) ženklu.

Monohibridinio kryžminimo pavyzdys gali būti dviejų žirnių veislių kryžminimas. Tarkime, kad kryžminami homozigotiniai individai. Vieną iš jų sėklos lygiu paviršiumi (A), kitą — raukšlėtu paviršiumi (a): P ♀ AA X ♂ a a. Galime sužinoti, kokie bus šių žirnių palikuonys. Kaip paveldimi požymiai, galima panagrinėti remiantis šia schema: visi F₁ kartos hibridai yra vienodi ir heterozigotiniai (genotipas: 100 % Aa — heterozigota; fenotipas: 100 % lygios sėklos), nes iš motininio augalo paveldėjo A, o iš tėvinio a. Reikia atkreipti dėmesį, kad individas kiekvienam požymiui turi po du alelius, o gameta — tikrai vieną. Vėliau F₁ kartos individai buvo palikti savidulkai. Jų palikuonių sėklų buvo ir lygių, ir raukšlėtų. Anglų mokslininkas Penetas pasiūlė paprastą būdą užrašyti F₂ kartos duomenis. Šis žymėjimo būdas vadinamas Peneto gardele.

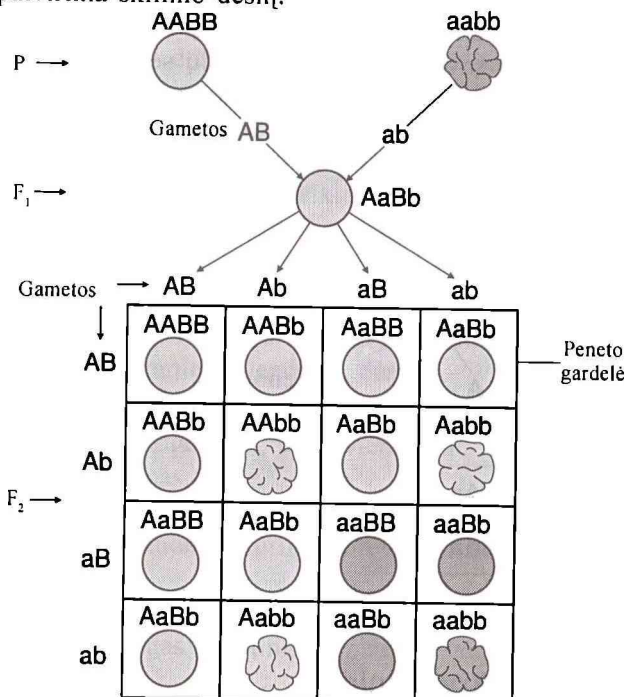


70 pav. Monohibridinis kryžminimas

Dihibridinis kryžminimas

Atliekant dihibridinius kryžminimus, iš karto tiriamas 2 požymių paveldėjimas. Tokio kryžminimo pavyzdys gali būti skirtingos spalvos bei formos žirnių sėklų kryžminimas. Kryžminame homozigotines tėvinės formos. Žymėkime: A — geltonos spalvos sėklos, a — žalios spalvos sėklos, B — sėklų paviršius lygus, b — sėklų paviršius raukšlėtas. Gametoms galioja ta pati gametų grynumo taisyklė, bet dabar iš kiekvienos genų poros gametose yra po vieną geną. Kadangi tėvai homozigotiniai, tai visos motininės lytinės ląstelės yra AB genotipo, o tėvinės — ab genotipo. Visi F₁ kartos hibridai bus vienodi, nes susiliejus gametoms AB ir ab, visi palikuonys bus heterozigotiniai AaBb. Šiuo atveju taip pat pasireiškia F₁ hibridų kartos vienodumo dėsnis. Gauti F₁ kartos hibridai

kryžminami tarpusavyje. Dihibrido lytinės ląstelės yra 4 tipų: AB, Ab, aB, ab. Jų visų yra po $\frac{1}{4}$ dalį. Genai, formuojantis lytinėms ląstelėms, pasiskirsto atsitiktinai, nepriklausomai vienas nuo kito. Kadangi apvaisinimas atsitiktinis, F₂ susidaro net 16 zigotų derinių. Susidariusių sėklų įvairovė: $\frac{9}{16}$ geltonų apvalių, $\frac{3}{16}$ žalių apvalių, $\frac{3}{16}$ žalių apvalių ir $\frac{1}{16}$ žalių raukšlėtų. Taigi fenotipų santykis: 9 : 3 : 3 : 1. F₂ hibridų analizė patvirtina skilimo dėsnį.



Skilimo santykis pagal fenotipą 9:3:3:1

Skilimo santykis pagal genotipą 1:2:2:4:1:2:1:2:1

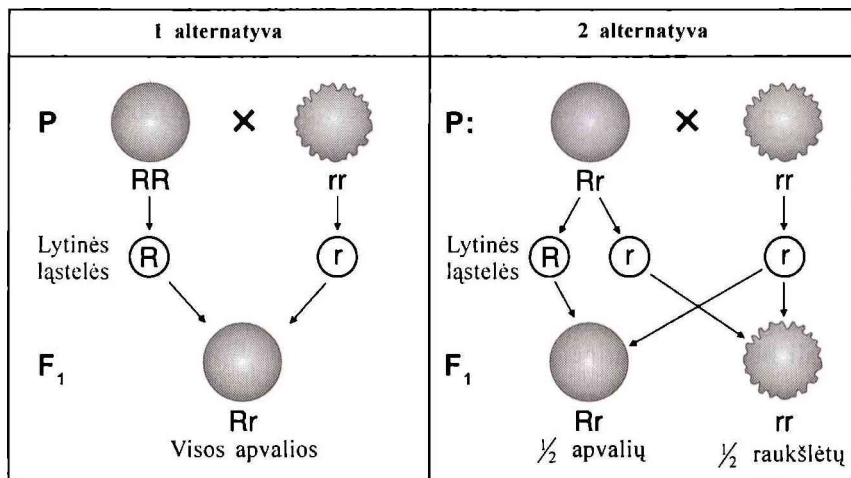
71 pav. Dihibridinis kryžminimas

Analizuojamasis kryžminimas

Kai požymiai visiškai dominuoja, homozigotinių individų neįmanoma atskirti nuo heterozigotinių. Tai gali būti svarbu norint įsitikinti, ar individas grynaveislis, ar hibridas. Analizuojamuoju kryžminimu galima nustatyti, ar individas su dominantiniu fenotipu yra heterozigotinis ar homozigotinis. Tiriamasis individas kryžminamas su recesyviniu homo-

zigotiniu. Jeigu palikuonys, gauti po kryžminimo, turės vienodus požymius, vadinasi, tiriamasis individas homozigotinis. Jeigu 50 % palikuonių turi dominantinį fenotipą ir 50 % — recesyvinį, tai tiriamasis individas buvo heterozigotinis.

Apvalias sėklas turintys žirniai gali būti homozigotiniai (RR) arba heterozigotiniai (Rr). Jeigu analizuojamą augalą sukryžminsime su augalu, kurio genotipą žinome (rr), palikuoniai padės nustatyti dominantinio fenotipo augalo genotipą.



72 pav. Analizuojamasis kryžminimas

A, B, 0 kraujo grupių paveldėjimas

Kai kuriuos paveldimus požymius kontroliuoja daugiau negu du aleliai. Tokie genai vadinami polialeliais. A, B, 0 kraujo grupės yra pavyzdys žmogaus požymio, kurį kontroliuoja polialeliai: I^A , I^B , i . Tačiau kiekvienas individas paveldi iš galimų genų alelių tik 2. Yra 4 kraujo grupės. Kiekvienas šių fenotipų skiriasi specifiniais baltymais, antigenais, esančiais eritrocituose, ir antikūnais, esančiais kraujo serume.

Kraujo grupės ir galimi genotipai:

Fenotipas

I(O)

II(A)

III(B)

IV(AB)

Genotipas

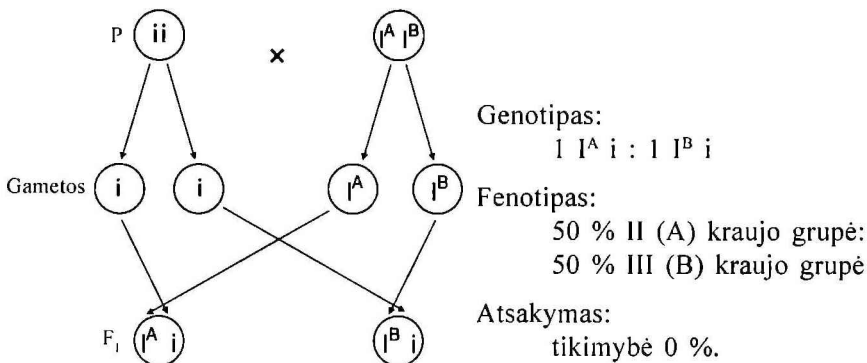
ii

$I^A I^A$, $I^A i$

$I^B I^B$, $I^B i$

$I^A I^B$

Tiek I^A , tiek I^B aleliai yra dominantiniai i alelio atžvilgiu. Galima analizuoti pavyzdį, kaip paveldima kraujo grupė: tėvai yra I(O) ir IV(AB) kraujo grupių. Kokia tikimybė, kad vaikas paveldės tėvų kraujo grupę?



Kraujo grupių paveldėjimo principu galima remtis teismo ekspertizėje, iškilus ginčui dėl tėvystės. Pavyzdžiui, vyras, turintis AB kraujo grupę, negali būti vaiko, turinčio O kraujo grupę, tėvas.

Alelių sąveika: visiškas ir tarpinis dominavimas, kodominavimas

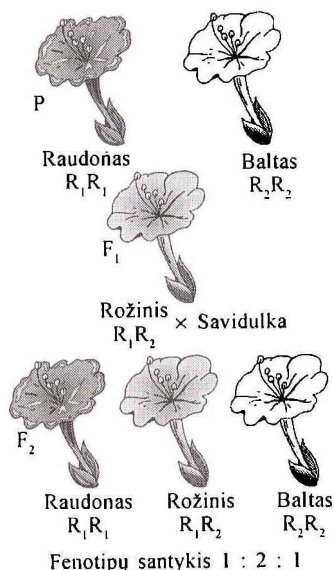
Nors kiekvienas genas sąlygiškai yra savarankiškas, genotipas — ne pavienių genų rinkinys, o labai sudėtinga sistema. Genai įvairiai sąveikauja tarpusavyje, todėl galima išskirti sąveiką tarp alelinių genų (visiškas dominavimas, tarpinis dominavimas, kodominavimas) ir sąveiką tarp nealelinių genų (epistazė, pleotropija ir kt.).

Visiškas dominavimas egzistuoja tuomet, kai vienas genas (dominuojantis) visiškai nustelbia kitą (recesyvinį). Šiuo atveju heterozigotos fenotipiškai visiškai nesiskiria nuo dominantinių homozigotų. Atliekant monohibridinį kryžminimą, F_2 palikuonys išsiskiria į dvi fenotipų grupes santykiu 3 : 1.

Tarpinis (nevisiškas) dominavimas — labai dažnas reiškinys gamtoje. Kaip paveldima žiedų spalva esant nevisiškam dominavimui, galima analizuoti pagal kvapiųjų vakaručių pavyzdį. Kryžminant raudonžiedes ir baltžiedes vakarutes, F_1 kartos augalai (hibridai) bus tarpinės spalvos — rožiniai. Kryžminant toliau gautas rožinės vakarutes, F_2 kartoje vėl atsirado raudonų ir baltų vakaručių.

Nevisiškas dominavimas aiškinamas remiantis biochemija: galima manyti, kad augalai raudonais žiedais gamina dvigubai daugiau pigmento negu rausvažiedžiai, o baltžiedžiai to pigmento neturi.

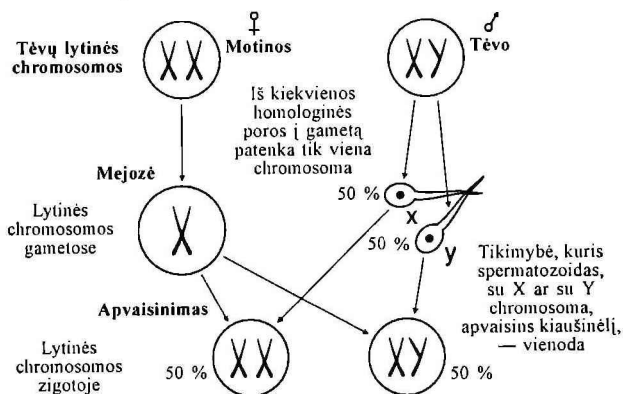
Kodominavimas — tai reiškiny, kai pasireiškia abu aleliai. Heterozigotiniame organizme genai vienas kito neslopina, yra veiklūs, jame yra abiejų genų veiklos produktų. Kodominavimo pavyzdys — kraujo grupė AB. Kadangi abu aleliai (I^A ir I^B) lemia veiklių medžiagų gamybą, šios kraujo grupės individų raudonuosiuose kraujo kūneliuose yra dviejų tipų glikoproteinų.



Lyties paveldėjimas

Gamtoje lyčių santykis paprastai būna 1 : 1. Lytį charakterizuoja kompleksas požymių, kuriuos nulemia chromosomose esantys genai. Diploidinėse kūno ląstelėse žmogus turi 46 chromosomas ($2n = 46$). Dalis chromosomų, kuriomis abiejų lyčių organizmai nesiskiria, vadinamos **autosomomis**. Lytį lemia **lytinės chromosomos**. Patelės paprastai turi XX chromosomas, o patinai — XY. Taigi moterys turi 44 + XX, o vyrai 44 + XY chromosomas. Patinų organizmuose susidaro dviejų tipų gametos, o patelių — tik vieno tipo. Taigi būsimojo vaiko lytį lemia tėvas.

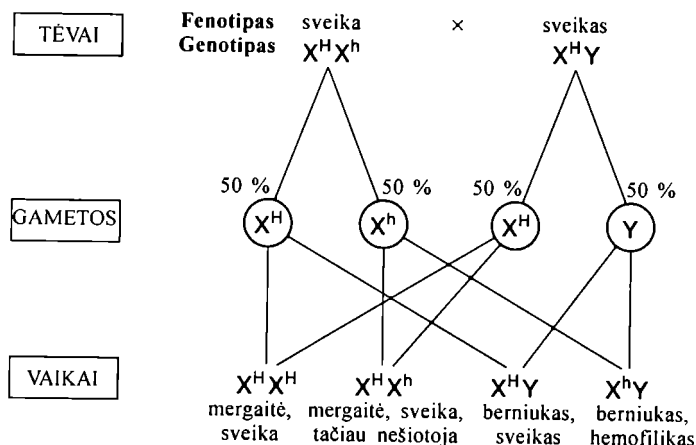
73 pav. Nevisiškas dominavimas



74 pav. Kas lemia lytį?

Su lytimi sukibusių požymių paveldėjimas

Požymiai, kuriuos lemia aleliai, esantys lytinėse chromosomose, vadinami su lytimi sukibusiais požymiais. Aleliai gali būti sukibę su X chromosoma, rečiau su Y. X chromosomoje yra genų, lemiančių požymius, kurie nėra nei pirminiai, nei antriniai lytiniai požymiai. Šie požymiai su lytimi susiję tik tuo, jog genai išsidėsto X chromosomoje. Joje yra daugiau nei 100 genų. Šių požymių paveldėjimas išaiškintas dar tuomet, kai apie chromosomas ir genus nieko nebuvo žinoma. Prieš tūkstančius metų išaiškinta, kad hemofiliją (kraujo nekrešėjimas) berniukai paveldi iš motinų, kurios yra sveikos. Labai panašiai paveldimas ir daltonizmas (spalvų neskyrimas). Su X chromosoma sukibę požymiai žymimi raide prie X. Žinoma, kad daltonizmas ir hemofilija yra recesyviniai požymiai. Pavyzdžiui: X^B — normali spalvinė rega, X^b — daltonizmas. Galimi įvairūs moterų ir vyrų genotipai, kurie apibūdina spalvų suvokimą: $X^B Y$ — vyras, normaliai skiriantis spalvas; $X^b Y$ — vyras daltonikas; $X^B X^B$ — moteris, normaliai skirianti spalvas; $X^B X^b$ — moteris, ligos nešiotja, normaliai skirianti spalvas; $X^b X^b$ — moteris daltonikė. Pavyzdys rodo, kad moterys, turinčios vieną pakitusią alelio kopiją, hemofilija neserga, nes turi antrą dominantinį alelį, panaikinantį pažeistojo poveikį. Tačiau jos yra ligos nešiotjos, galinčios perduoti pažeistą geną savo sūnams.



75 pav. Hemofilijos paveldėjimas

Genealoginiai medžiai

Žmogaus negalima dirbtinai sukryžminti, todėl požymių paveldėjimas tiriamas natūraliomis sąlygomis. Vienas iš pagrindinių žmogaus paveldimumo tyrimo metodų — genealoginis. Jį taikant, renkamos žinios apie požymį, būdingą kelioms atskirų šeimų kartoms. Iš surinktos medžiagos sudaromos schemas — **genealoginiai medžiai**. Paprastai įmanoma ištirti, kaip tam tikras požymis pasireiškia per kelias giminės kartas (P , F_1 , F_2 ...). Nagrinėjant genealoginį medį, galima nustatyti:

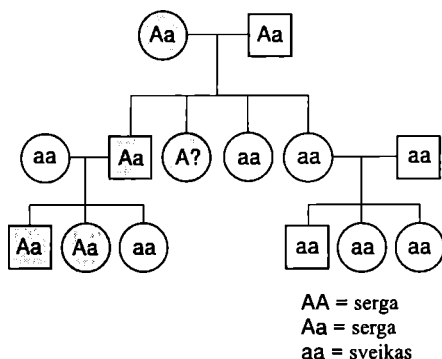
- požymio pobūdį (paveldimas ar nepaveldimas);
- paveldėjimo tipą (autosominis dominantinis, autosominis recesyvinis ar susijęs su lytimi);
- individo zigotiškumą (homozigotinis ar heterozigotinis pagal tam tikrą požymį).

Genealoginis aprašymas pagrįstas atitinkama ženklų sistema. Moterys vaizduojamos apskritimais, vyrai — kvadratais. Linija tarp kvadrato ir apskritimo reiškia, kad tarp vyro ir moters yra sąjunga, kurioje susilaukiama palikuonių. Statmena žemyn einanti linija veda prie vaiko (jei vaikų yra daugiau, jie išdėstomi žemyn palei horizontalią liniją). Spalvoti ar kitaip pažymėti kvadratai ir apskritimai nurodo fenotipiškai pasireiškiantį genetinį sutrikimą.

Žinoma, kad dominantiniai ir recesyviniai aleliai paveldimi pagal skirtingas schemas.

Autosominį dominantinį paveldėjimo tipą galima atpažinti pagal šiuos požymius:

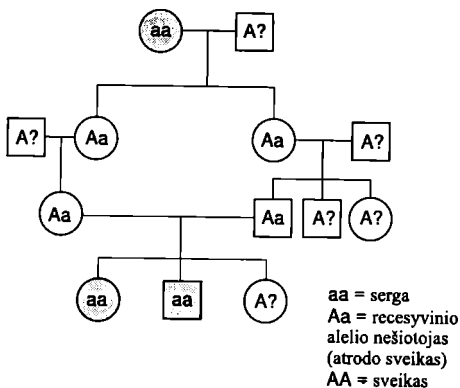
- matome, kad vaikas serga kaip ir vienas iš tėvų;
- heterozigotiniai individai (Aa) serga;
- abiem sergantiems tėvams gali gimti sveikas vaikas;
- abu sveiki tėvai negali susilaukti sergančio vaiko;
- vienodai dažnai serga vyrai ir moterys.



76 pav. Autosominio dominantinio požymio paveldėjimai

Autosominį recesyvinį paveldėjimo tipą galima atpažinti pagal šiuos požymius:

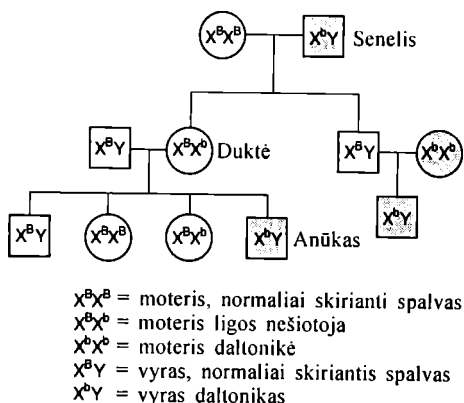
- dauguma sergančių vaikų turi sveikus tėvus;
- heterozigotiniai individai (Aa) sveiki;
- abiem sergantiems tėvams gims tik sergantys vaikai;
- vienodai dažnai serga vyrai ir moterys.



77 pav. Autosominio recesyvinio požymio paveldėjimas

Su X chromosoma sukibusių recesyvinių genų paveldėjimo tipą galima atpažinti pagal šiuos požymius:

- požymis vyrams pasireiškia kur kas dažniau negu moterims;
- sergančio sūnaus tėvai gali būti sveiki;
- požymiai dažnai „peršoka“ kartą ir senelio perduodami anūkui.



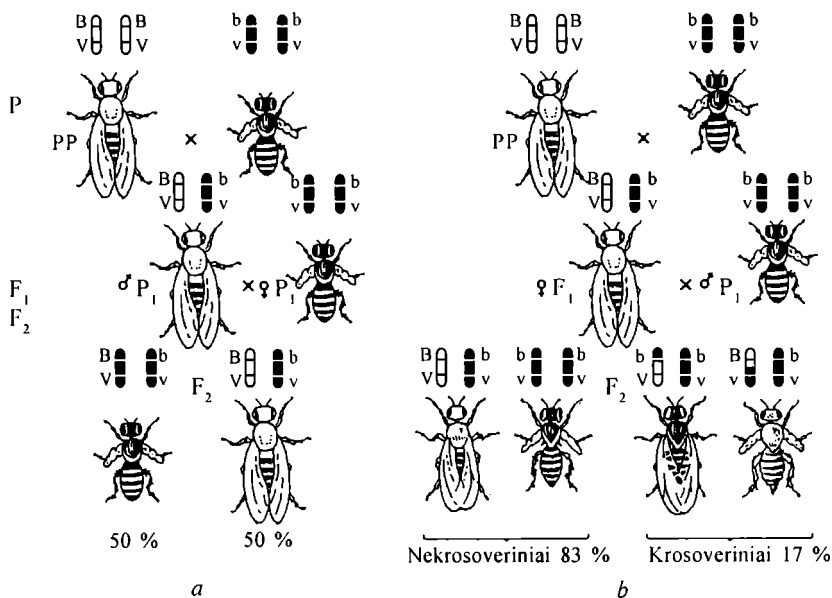
78 pav. Su X chromosoma sukibusio recesyvinio požymio paveldėjimas

Sukibusių genų paveldėjimas

Kiekvienas organizmas turi nedaug chromosomų, bet šimtus tūkstančių genų. Tuo remiantis nustatyta, jog genas yra chromosomos dalis, o kiekvienoje chromosomoje yra daug genų. Mokslininkai nustatė, kad vienoje chromosomoje esantys genai paveldimi priklausomai vienas nuo kito, sukibę. Vienos chromosomos genai vadinami sukibimo grupe. Tačiau sukibimas nėra absoliutus. Mejozės metu homologinės chromosomos apsi-keičia fragmentais ir gametų rinkiniai pakinta: susidaro rekombinantinės gametos. Kai šios gametos apvaisinamos, susidaro rekombinantinio tipo

palikuonys. Kaip paveldimi sukibę genai, galima nagrinėti pagal vaisinių muselių sparnų ilgio ir kūno spalvos paveldėjimo pavyzdį.

Vaisinių muselių sparnų ilgio (normalių — V, trumpų — v) ir kūno spalvos (pilkos — B, juodos — b) genai yra vienoje chromosomoje, t. y. sukibę. Sukryžminus abu recesyvinius alelius (bbvv) ir dominantinius alelius (BBVV) turinčias muses, F₁ kartos palikuonys bus dominantinio tipo. Norint sužinoti, kokios susidarys F₁ kartos gametos, reikia atlikti analizuojamąjį kryžminimą. Jeigu genai priklausytų nesukibusių genų grupei, palikuonių fenotipų santykis būtų 1 : 1 : 1 : 1. Jeigu genai būtų sukibę visiškai, palikuonių po analizuojamojo kryžminimo fenotipai būtų dviejų tipų: 50 % muselių su dominantiniais požymiais ir 50 % su recesyviniais. Tačiau dėl krosingoverio 17 % palikuonių įgyja kitokius — rekombinantinius — fenotipus. Daugiausia pilkų ilgasparnių ir juodų trumpasparnių muselių. Tai rodo, kad genai BV ir bv yra sukibę. Iš atsiradusių pilkų trumpasparnių ir juodų ilgasparnių sprendžiama apie tai, jog įvyksta krosingoveris ir atsiranda nedaug rekombinantinio tipo palikuonių. Krosingoverių dažnumas proporcingas rekombinantinių fenotipų pasirodymo dažnumui.



79 pav. Visiškas genų sukibimas (a), nevisiškas genų sukibimas (b)

Mutacijos

Nuo seno pastebėta, kad kartais tarp augalų ir gyvūnų netikėtai atsiranda individų, kurie kažkokiu požymiu ypatingai skiriasi nuo kitų tos rūšies individų. Mutacijos yra negrįžtami genų ar chromosomų pakitimai, kurie perduodami palikuonims, jeigu vyksta tose ląstelėse, iš kurių susidaro gametos. Pagrindinės mutacijų savybės:

- mutacijos atsiranda staiga, šuoliškai. Tėvų genotipe tokių pokyčių nebuvo;
- mutacijos yra apriboti pokyčiai, t. y. nesusidaro nepertraukiamų kintamumo eilių, kurios būdingos modifikaciniam kintamumui;
- mutacijų kryptis gali būti įvairi, jos būna žalingos ir naudingos.

Mutacijas klasifikuoti galima įvairiais aspektais. Pagal tai, kuriose ląstelėse vyko ir kaip paveldimos, skiriamos **generatyvinės** ir **somatinės**. Jeigu mutacija įvyksta vienoje iš somatinių (kūno) ląstelių prieš jai dalijantis, tai gali paveikti tik tą individą, kuriame yra ši ląstelė. Jeigu mutacija įvyksta ląstelėje, kuri po mejozės virsta lytine, arba lytinėje, gali būti perduodama kitoms kartoms. Tolesnis generatyvinės mutacijos likimas priklausys nuo to, ar pakitusi ląstelė dalyvaus apvaisinant.

Pagal genotipo pokyčius, mutacijos skirstomos į genų, chromosomų ir geno.

Genų mutacijos dar vadinamos taškinėmis. Tai pavienių genų pokyčiai. Jeigu jos recesyvinės, gali būti nepastebimos. Genų mutacijos gali atsirasti, kai: vieną azotinę bazę, esančią DNR, pakeičia kita; viena ar keletas azotinių bazių iškrinta; viena ar keletas azotinių bazių prisijungia prie jau esančių. Genų mutacijos gali vykti bet kuriuo ląstelės gyvenimo momentu, dažnai interfazės metu. Azotinių bazių poros pasikeitimas DNR molekulėje gali lemti kitos aminorūgšties atsiradimą baltymo molekulėje. Pavyzdžiui, kai vienintelės bazės pasikeitimas gali lemti ląstelės pakitimus, yra liga siklemija (pjautuvinė anemija). Šiai ligai būdingi pjautuvo formos eritrocitai, kurie užkemša ir suardo smulkiuosius kapiliarus. Tai gali lemti pakitimus širdyje, smegenyse, inkstuose.

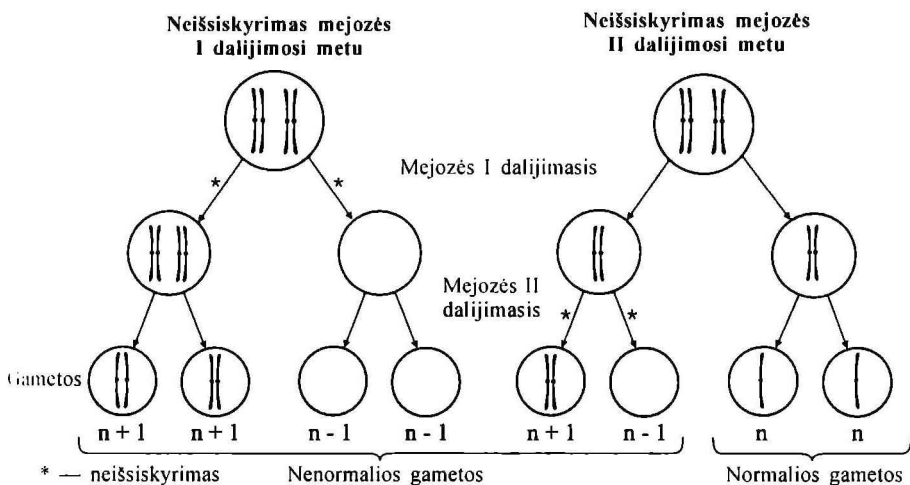
Chromosomų mutacijos (chromosomų persitvarkymas) būna tuomet, kai pakinta chromosomų sandara. Pavyzdžiui, delecijos, kai pametama chromosomos dalis; inversijos, kai chromosomos segmentas apsisuka 180° kampu; duplikacijos, kai tas pats segmentas kartojasi 2 kartus.

Genomo mutacijos — tai pakitęs chromosomų skaičius. Nenormalų chromosomų skaičių lemia chromosomų neišsiskyrimas mejozės metu. Genomo mutacijų būna įvairių.

Poliploidija, kai chromosomų skaičius kinta kartotiniaisiais chromosomų rinkiniais. Organizmas gali būti triploidas ($3n$), tetraploidas ($4n$) ir kitoks. Dauguma gyvūnų poliploidų yra negyvybingi. Augalų pasaulyje poliploidija labai paplitusi. Daugelis maistui vartojamų augalų (besėkliai arbūzai, bananai) yra dirbtinai sukurti poliploidai.

Monosomija ($2n - 1$), kai chromosomų rinkinyje vienos chromosomos trūksta. Pavyzdžiui, moteris su Turnerio sindromu turi tik vieną X chromosomą. Ji būna nevaisinga, neišsivystę lytiniai požymiai.

Trisomija ($2n + 1$), kai chromosomų rinkinyje atsiranda viena papildoma chromosoma. Dažniausiai pasitaikanti — Dauno ligos sindromas. Žmonės su šiuo sindromu turi tris 21-as chromosomas. Tokia mutacija lemia specifinę išvaizdą, psichinę negalią ir trumpesnį gyvenimo amžių.



80 pav. Autosomų neišsiskyrimas mejozės metu

Mutagenai ir mutagenėzė

Mutaciją sukėlęs veiksnys vadinamas mutagenu, o dėl mutacijos pakitęs organizmas — mutantu. Mutacijų atsiradimo procesas vadinamas mutagenėze. Mutagenėzė gali būti gamtinė (vykstanti gamtoje savaime, be žmogaus įsikišimo) ir dirbtinė (specialiai sukurta žmogaus). Mutagenai yra skirstomi į fizikinius, cheminius ir biologinius.

Fizikiniams mutagenams priskiriami įvairūs jonizuojamieji spinduliai: ultravioletiniai, rentgeno, α , β , γ spinduliai. Švitinimas radioaktyviaisiais spinduliais gali sukelti tiek genų, tiek chromosomų struktūros pokyčius,

gali atsirasti poliploidinės, daugiabranduolės ląstelės. Šie spinduliai, jeigu gaunamos didelės jų dozės, gali sukelti spindulinę ligą. Aplinkoje neišvengiamai susiduriame su ultravioletine spinduliuote (UV). UV yra saulės spindulių spektre. Šie spinduliai pasižymi baktericidiniu, t. y. bakterijas žudančiu poveikiu. Tačiau jų perteklius gali pažeisti odos ląsteles ir sukelti odos vėžį, pažeisti akis, susilpninti imuninę sistemą. Dalį šių spindulių, einančių per atmosferą, gali sulaikyti ozono sluoksnis. Didėjanti atmosferos tarša skatina ozono sluoksnio plonėjimą, todėl vis daugiau UV pasiekia žemę.

Cheminiams mutagenams priklauso įvairūs cheminiai junginiai: organiniai junginiai (tirpikliai, dervos), nitratai, aldehydai, sunkiųjų metalų druskos, peroksida, kai kurie vaistiniai preparatai, narkotinės ir rūkalų medžiagos. Cheminiams mutagenams būdingas didelis skvarbumas, sugebėjimas pakeisti chromosomų koloidinę būseną, tam tikras neigiamas poveikis genų ir chromosomų struktūrai. Didėjant aplinkos taršai, cheminių mutagenų aplinkoje vis daugėja.

Biologiniams mutagenams priklauso kai kurie virusai, antikūnai. Mutagenų aplinkoje daugėja dėl branduolinių sprogdinimų ir branduolinės pramonės, žemės ir miškų ūkio chemizavimo (pesticidai), neteisingo cheminių atliekų tvarkymo.

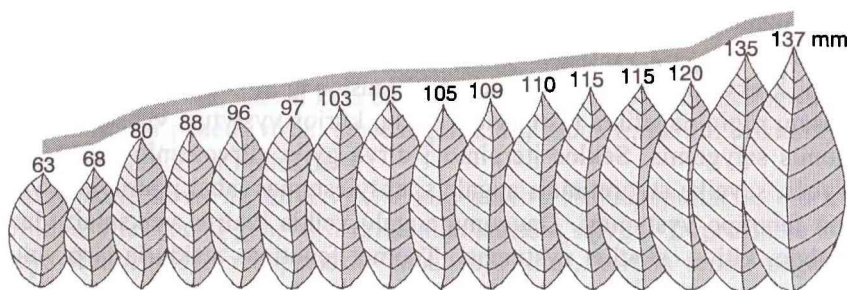
Modifikacinis kintamumas

Organizmo fenotipo vystymąsi lemia genotipo ir aplinkos sąlygų sąveika. Kai genotipas yra vienodas, o vystymosi sąlygos skirtingos, organizmo fenotipas iš esmės gali skirtis. Taigi **modifikacijos** — tai fenotipo pakitimai, atsiradę dėl aplinkos poveikio, kai genotipas išlieka tas pats. Pavyzdžiui, jeigu kiaulpienės krūmelį padalysime į dalis, abi dalys turės tą patį genotipą. Jeigu vieną dalį auginsime derlingoje žemėje, kitą — nederlingoje, jų išvaizda bus labai skirtinga. Skirtinga aplinka lems genotipiškai vienodų augalų skirtingą fenotipą. Modifikacijos nepaveldimos.

Organizmai yra prisitaikę prie natūralių aplinkos sąlygų svyravimų. Įvairūs organizmo požymiai nevienodai reaguoja į išorinių sąlygų pasikeitimą. Vieni nuo jų labai priklauso, kiti — mažiau. Pavyzdžiui, karvių pieno gausumas daug priklauso nuo šėrimo (pašarų kiekio, kokybės) ir laikymo sąlygų. Tuo tarpu pieno riebumas dėl šėrimo keičiasi labai nedaug, o kailio plauko spalva pačiomis įvairiausiomis sąlygomis beveik nekinta. Tačiau nereikia manyti, kad kailio spalva visai nepriklauso nuo vystymosi sąlygų. Siamo kačių, himalajinių triušų kailis ausų, snukučio, letenėlių

srityse yra tamsesnis. Bandymais įrodyta, kad su melanino sinteze susijęs genas yra aktyvus tik žemoje temperatūroje. Todėl kailiukas tamsus tik tose vietose, kurios greičiau atšąla. Jeigu gyvūnas visą laiką gyvens šiltoje aplinkoje, kailiui keičiantis, minėtose vietose ataugės šviesūs plaukai. Požymio modifikuoto kintamumo ribos vadinamos jo **reakcijos norma**. Įvairių požymių modifikuoto kintamumo ribos labai skirtingos. Reakcijos norma gali būti siaura ir plati. Pavyzdžiui, plačią reakcijos normą turi karvės pieningumas, o siaurą — pieno riebumas ir plauko spalva. Plati reakcijos norma natūraliomis sąlygomis gali turėti įtakos rūšies išgyvenimui ir suklestėjimui.

Kintamumo variacinė eilė ir variacinė kreivė. Vieno medžio lapai turi vienodą genotipą. Tačiau fenotipiškai jie nevienodi — vieni ilgesni, kiti trumpesni. Ši įvairovė — tai lapų vystymosi ant medžio šakų įvairiomis sąlygomis rezultatas. Jeigu išdėstysime tam tikrą skaičių lapų nuo trumpiausio iki ilgiausio, gausime požymio kintamumo variacinę eilę. Suskaičiavus variacinės eilės atskirus variantus, paaiškėtų, kad jie pasikartoja nevienodai: dažniausiai — viduriniai variacinės eilės nariai, rečiau — kraštiniai. Jeigu matavimo rezultatus pavaizduosime grafiškai, gausime variacinę kreivę. Ši kreivė bus varpo formos.



81 pav. Lauro lapų variacinė eilė (skaičiais pažymėtas lapų ilgis)

Galima atlikti įvairius tyrimus, kurių tikslas — nustatyti požymio kintamumo ribas. Pavyzdžiui, grupė moksleivių atliko tyrimą, kurio tikslas — nustatyti tos pačios veislės rugių stiebų aukščio kintamumo ribas. Jie išmatavo tam tikrą skaičių rugių stiebų, sudarė variacinę eilę ir nubraižė variacinę kreivę.

Tyrimų rezultatus mokiniai pateikė lentelėje:

Stiebo aukštis (cm)	65	70	75	80	85	90	95
Stiebų skaičius	2	7	20	30	22	8	4

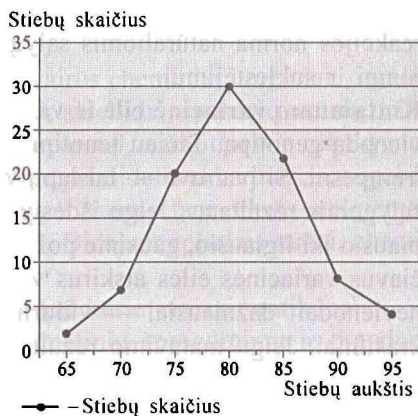
Viršutinė eilė rodo, kiek eilėje yra variantų nuo mažiausio iki didžiausio. Apatinė eilė rodo, kaip dažnai pasikartoja variantas.

Tyrimų rezultatus moksleiviai parašė grafiku. Variacinė kreivė — tai požymio kintamumo grafinė išraiška. Grafikas akivaizdžiai rodo, kaip variantai pasiskirsto variacinėje eilėje.

Kodėl jie taip pasiskirsto, galima paaiškinti. Tai lemia aplinkos įtaka organizmui. Nuo pat gyvenimo pradžios per visą vystymosi laikotarpį kiekvieną organizmą veikia įvairiausios aplinkos sąlygos.

Iš lauke pasėtų rugių negalima rasti dviejų sėklų, kurios vystytųsi visiškai vienodomis sąlygomis. Sėklos įterpimo į dirvą gylis, dirvožemio fizinės savybės, sąveika su gretimais augalais, apšviestumas labai įvairuoja ir veikia fenotipo vystymąsi. Daugumą augalų veikia įvairūs veiksniai: vieni stabdo, kiti — skatina vystymąsi. Tuomet fenotipas atsideria tarp vidurinių variacinės eilės variantų. Kuo vienodesnės vystymosi sąlygos, tuo trumpesnė variacinė eilė, tuo silpniau pasireiškia modifikuotas kintamumas. Kuo įvairesnės aplinkos sąlygos, tuo platesnis modifikuotas kintamumas, ilgesnė variacinė eilė.

Modifikacijos svarbios evoliucijai. Organizmai dėl modifikacijų prisitaiko prie pakitusių sąlygų ir išgyvena. Jeigu genotipo sąlygojamos reakcijos normos prie pakitusios aplinkos prisitaikyti nepakanka, organizmai neišgyvena.



82 pav. Variacinė kreivė

ORGANIZMŲ SISTEMINIS GIMININGUMAS IR ĮVAIROVĖ

Č. Darvino gamtinės atrankos teorija

Čarlsas Darvinas XIX a. pateikė rūšių susidarymo ir prisitaikymo prie aplinkos teoriją. Evoliucijos varomosiomis jėgomis jis laikė: paveldimą kintamumą, kovą už būvį ir gamtinę atranką. Dėl **paveldimo kintamumo** didėja organizmų adaptyvumas, o sąveikaujant su natūraliaja atranka evoliucijos metu kinta biologinė įvairovė žemėje.

Kiekvienos organizmų kartos dauginimosi potencija yra tokia pati kaip ankstesnės, todėl individų populiacijoje atsiranda daugiau negu gali išgyventi užimamoje teritorijoje. Vyksta nuolatinė **kova už būvį**, kiekvienoje kartoje išgyvena ir turi galimybę daugintis tik nedaug individų. Yra trys kovos už būvį formos: vidurūšinė, tarprūšinė ir kova su nepalankiomis aplinkos sąlygomis.

Vidurūšinė kova už būvį vyksta tarp rūšies vienos populiacijos individų, nes jiems reikia tokio pat maisto, vienodų gyvenimo sąlygų ir gresia tie patys pavojai. Nuo šių santykių priklauso rūšies išlikimas, nes rūšies prisitaikymai, naudingi visai populiacijai, gali būti žalingi atskiriems individams. Vidurūšinė kova sustiprėja, kai populiacija pasidaro labai gausi, pritrūksta gyvenamosios vietos. Tada populiacijos individų vislumas sumažėja, dažnai kyla epidemijos ir sumažėja populiacijos skaitlingumas. Tai padeda rūšiai per daugelį kartų tobulėti, geriau prisitaikyti prie gyvenamosios aplinkos.

Tarprūšinė kova už būvį vyksta tarp atskirų rūšių populiacijų, kurios priklauso tai pačiai genčiai ir reikalauja panašių sąlygų. Tarprūšinėje kovoje vienos rūšys vienpusiškai panaudoja kitas, kartais teikia pagalbą kitai rūšiai, nepakenkdamas sau, arba abipusiai naudingai sugyvena.

Kova su nepalankiomis aplinkos sąlygomis yra reikšminga evoliucijoje, nes sustiprina vidurūšinę kovą. Kai trūksta šilumos, maisto, populiacijoje sustiprėja kova ir nugali gyvybingiausieji. Šios ypatybės perduodamos paveldėjimo būdu ir rūšis tobulėja.

Gamtinė atranka — tai procesas, kai išlieka ir susilaukia palikuonių individai, turintys naudingų tomis sąlygomis paveldimų pakitimų. Atrinkantysis veiksnys — aplinkos sąlygos. Kuo jos stabilesnės, tuo mažiau kinta rūšies populiacijos. Pasikeitus gyvenimo sąlygoms, išlieka tie individai, kurie turi naudingų naujomis sąlygomis pakitimų. Karta iš kartos tokie požymiai perduodami, o nenaudingi sunaikinami. Todėl tos pačios rūšies viena populiacija ima skirtis nuo kitų. Gamtinė atranka išsaugo ir kaupia populiacijai bei visai rūšiai naudingus paveldimus pakitimus,

kuria individus, geriau prisitaikiusius prie aplinkos ir turinčius palikuonių, todėl ji veikia populiaciją ir rūšį tik teigiamai. Jos vaidmuo gamtoje yra kūrybinis, nes sukuriamos naujos rūšys, prisitaikiusios gyventi gamtos sąlygomis. Gamtinė atranka vyksta per visą organinio pasaulio istoriją, nuo tada, kai atsirado gyvybė.

Č. Darvino gamtinės atrankos teorija remiasi šiais teiginiais:

- visų rūšių organizmai dauginasi neribotai, geometrine progresija;
- dalis kiekvienos kartos individų žūsta dėl nepalankių sąlygų, maisto ir teritorijos stokos, konkurentų, parazitų bei netinkamų klimato sąlygų;
- su kiekviena nauja karta rūšies populiacijoje atsiranda paveldima įvairovė pagal sugebėjimą išlikti nepalankiomis sąlygomis.

Homo genties žmogaus morfologinių požymių kitimas per evoliuciją

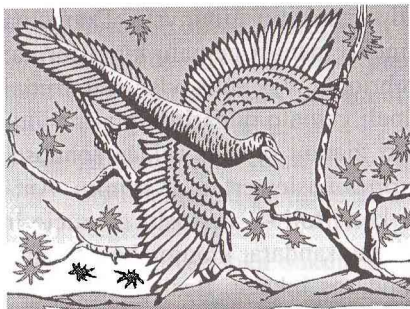
Homo genčiai priskiriami sumanusis žmogus (*Homo habilis*), stačiasis žmogus (*Homo erectus*) ir protingasis žmogus (*Homo sapiens*). **Sumaniojo žmogaus** liekanų randama kartu su akmeniniais įrankiais. *Homo habilis* buvo mažas, jo smegenų tūris apie 700 cm³, geriau išsivysčiusios sritys, kurios siejamos su kalba. Didelė smegenų dėžė, yra kakta, išsikišantis veidas, dideli antakių ir skruostų lankai. Kramtomieji dantys maži. Manoma, kad maitinosi daugiau plaušų turinčiu maistu, vaisiais, sėklomis, uogomis ir mėsa. Jis galėjo pasigaminti ir naudoti neapdorotus įrankius mėsa nugrindyti nuo kaulų. Atsirado darbo pasidalijimas, bendruomenės ir kultūros užuomazgos.

Stačiasis žmogus turėjo didesnę smegenų dėžę ir didesnes smegenis, jų tūris apie 800—1000 cm³. Dideli antakių lankai, aukštesnė kakta, veidas beveik plokščias, panaši į šiuolaikinio žmogaus nosis, mažesnis skruostų lankas. Vyrų ūgis siekė 180 cm, o moterų apie 155 cm. Šie hominidai vaikščiojo stati. Kūnas tvirtas ir raumeningas. Kūdikiai gimdavo nesubrendę ir jais reikėdavo ilgai rūpintis. *Homo erectus* naudojosi ugnimi, gaminosi geresnius ir įvairesnius įrankius. Kaip manoma, išsivystė kalba. **Protingojo žmogaus** buvo aukšta kakta, plokščias veidas, maži antakių lankai, didelė smegenų dėžė, išryškėjęs smakras. Jų smegenų tūris buvo apie 1300 cm³. Gaminosi sudėtingus akmeninius įrankius, panašius net į peilį, pritaikytus įvairiems tikslams, mėtųdavo ietis. Medžiojo kolektyviai, vartojo kalbą, gyveno mažomis grupelėmis. Vyrų dieną medžiojo, o moterys likdavo namie su vaikais. Protingieji žmonės kūrė meną. Jie droždavo figūrėles iš elnių ragų ir kaulų, o ant uolų sienų piešė piešinius.

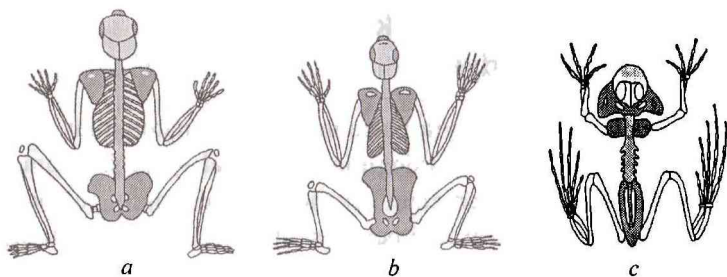
Iškastinės gyvūnų liekanos — evoliucijos įrodymai

Evoliucijos įrodymai yra paleontologiniai, anatomiciniai, embriologiniai ir biocheminiai. **Paleontologiniai įrodymai** — tai iškasamos fosilijos (suakmenėjusios organizmų liekanos). Evoliuciniu požiūriu labai įdomus yra **archeopteriksas**. Tai pereinamoji grandis tarp roplių ir paukščių. Panašūs į dinozauro šio gyvūno griaučiai turi roplių bruožų: dantytas žandikaulis, ilga uodega su slanksteliais, pilvo šonkauliai ir dantys. Panašus ir į paukščius: turėjo sparnus ir plunksnas, užpakalinės galūnės su pastaibiu, paukščio išvaizda. Nebuvo geras skrajūnas, nes jo krūtinkaulis be keteros, silpnai išsivystę krūtinės ir sparnų raumenys. Stuburas ir šonkauliai nesudarė tvirtos kaulų sistemos, kuri būtų stabili skrendant.

Kitos iškastinių stuburinių pereinamosios formos yra į varliagyvį panaši žuvis — eustheopteronas, į roplį panašus varliagyvis — *seymouria*, į žinduolius panašūs ropliai — terapsidai. Pagal fosilijas atkuriamą praeities organizmų išvaizda bei sandara, sužinoma, kaip ilgainiui keitėsi organinis pasaulis. Kartais fosilijos padeda ištirti visą kurio nors organizmo evoliuciją, pavyzdžiui, dabartinio arklio. Seniausias jo protėvis buvo lapės dydžio, turėjo keturpirštes priekines kojas, tripirštes užpakalines, žolėdžių tipo dantis. Gyveno šilto ir drėgno klimato sąlygomis. Keičiantis klimatui, miškingos vietos virto pievomis. Pradėjo veikti atranka, skatinusi ugdyti greitį, protą, jėgą. Kūno dydis jam suteikė jėgą, didesnėje kaukolėje atsirado vietos didesnėms smegenims, ilgesnės kojos su kanoėmis padėjo pabėgti nuo priešų, patvarūs dantys — efektyviau misti žolę. Įrodymai patvirtina bendros kilmės hipotezę.



83 pav. ^a Archeopteriksas (a) ir jo atspaudas akmenyje (b)



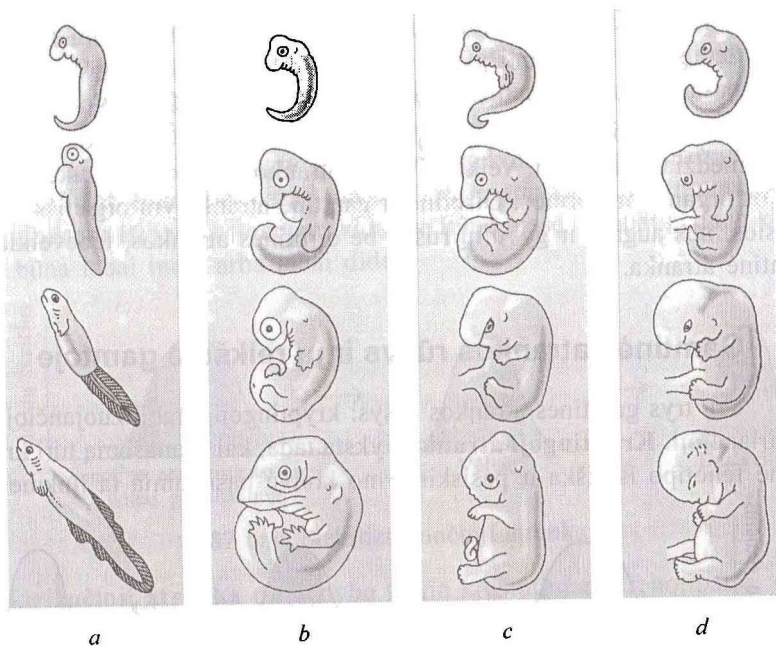
84 pav. Homologiniai organai: *a* — žmogaus, *b* — šimpanzės, *c* — varlės

Homologiniai organai

Anatominiai įrodymai patvirtina organizmų bendros kilmės hipotezę. Yra lyginami įvairių stuburinių gyvūnų atskiri organai. Vienodos sandaros ir kilmės organai, paveldėti iš bendro protėvio, nesvarbu, kokios jų funkcijos, vadinami **homologais**. Pavyzdžiui, stuburinių priekinių galūnių kaulai išdėstyti panašiai, bet jų funkcijos yra skirtingos. Priekinių galūnių griaučius sudaro žasto, dilbio ir plaštakos kaulai, o užpakalinių galūnių — šlaunies, blauzdos ir pėdos kaulai. Priekines galūnes paukščiai naudoja skraidyti, arkliai bėgti, beždžionės lipti ir suptis ant šakų, banginiai plaukimo kryptčiai keisti, žmonės dirbti. Taip yra todėl, kad vienodą priekinių galūnių planą stuburiniai paveldėjo iš bendro protėvio.

Embrionų vystymasis — evoliucijos įrodymas

Embriologija tiria organizmų embrionų vystymąsi, kuris padeda įrodyti evoliucijos procesą ir išaiškinti organizmų giminybę. Dauguma organizmų vystosi iš apvaisinto kiaušinėlio, panaši gemalų kūno forma: yra uodega, galūnių užuomazgos. Embrionui vystantis visi stuburiniai turi notochordą, kremzlinį lankstų stulpelį gemalo nugarinės pusės viduryje, kurį vėliau pakeičia stuburas. Turi žiaunų plyšius ryklės šonuose, kurių pirmoji pora žmogui tampa vidurinės ausies ertme ir trimitu. Antroji pora tampa tonzilėmis, o trečioji ir ketvirtoji — vystosi į užkrūčio ir prieskydinę liaukas. Panaši ir vidaus organų sandara: kraujotakos sistema su vienu kraujotakos ratu, vienodos sandaros inkstai. Besivystančių gemalų panašumas mažėja, kai pradeda ryškėti besivystančių embrionų požymiai, būdingi klasei ir pagaliau rūšies gyvūnui.



85 pav. Stuburinių gyvūnų gemalų vystymosi palyginimas:
a — žuvies, *b* — driežo, *c* — triušio, *d* — žmogaus

Dirbtinės ir gamtinės atrankos palyginimas

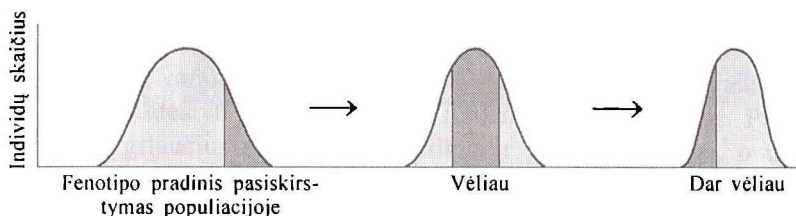
- Vykdamt dirbtinę atranką, sukuriamos naujos naminių gyvulių ir kultūrinių augalų veislės, o vykstant gamtinei atrankai, atsiranda naujos rūšys.
- Dirbtinę atranką vykdo žmogus, o gamtinė vyksta dėl aplinkos sąlygų.
- Dirbtinė atranka atrenkami individai pagal tam tikrus požymius ir atrankos poveikis nukreipiamas pageidaujama linkme, o vykstant gamtinei atrankai, atrenkami bet kurie rūšies individams gyvybiškai svarbūs požymiai.
- Atrenkami ir veislėje įtvirtinami požymiai gali būti kenksmingi organizmui, o gamtinė atranka visą populiaciją ir rūšį veikia tik teigiamai.
- Dirbtinė atranka sukurto veislės yra pritaikytos žmogaus poreikiams ir negalėtų gamtoje egzistuoti, jeigu šiais individais nesirūpintų žmogus, o gamtinė atranka sukuria rūšis, prisitaikiusias gyventi tam tikromis laukinės gamtos sąlygomis.

- Dirbtinė atranka vykdoma nuo to laiko, kai žmogus pradėjo dirbti žemę ir prisijaukinti gyvulius, o gamtinė atranka vyksta per visą pasaulio istoriją nuo tada, kai žemėje atsirado gyvybė.

Dirbtinė ir gamtinė atranka yra pagrįstos paveldimu kintamumu, kuris teikia medžiagą atrankai. Veikiant šioms atrankos rūšims, yra sukuriamos naujos organizmų formos. Dirbtinė ir gamtinė atranka yra organiškai susijusios, nes augalų ir gyvulių rūšis, be dirbtinės atrankos, tebeveikia ir gamtinė atranka.

Gamtinės atrankos rūšys ir jų reikšmė gamtoje

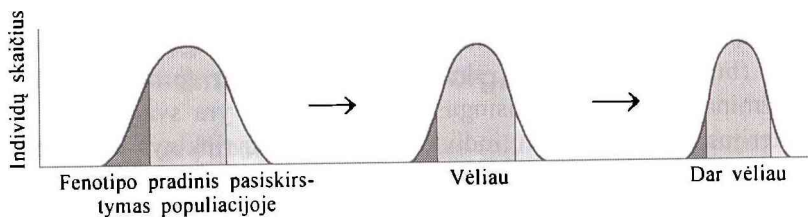
Yra trys gamtinės atrankos rūšys: kryptingoji, stabilizuojančioji ir išskiriančioji. **Kryptingoji atranka** vyksta tada, kai pranašumą turi kraštutinė fenotipo išraiška ir pasiskirstymo kreivė pasistumia ta linkme.



86 pav. Kryptingoji atranka

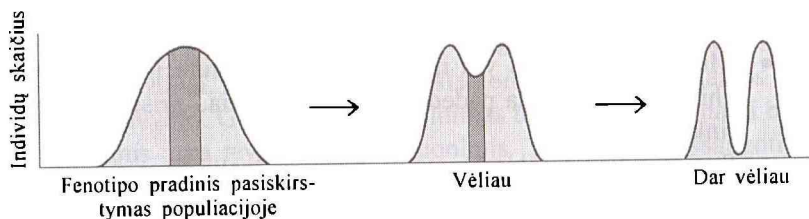
Pasistumiama populiacijoje, individams prisitaikant prie pasikeitusios aplinkos. Pavyzdžiui, iki pramoninės revoliucijos Anglijoje dauguma beržinių šerisprindžių buvo šviesūs. Tik kartais pasitaikydavo tamsių. Po pramoninės revoliucijos užterštuose rajonuose 99 % drugių buvo juodi. Drugių spalva atitinka medžių spalvą, todėl juos rečiau sulesa plėšrieji paukščiai, kurie yra atrankos veiksnys. Vėliau, kai sumažėjo tarša ir medžių kamienai atgavo normalią spalvą, vėl padaugėjo šviesių drugių. Naudojant pesticidus ir antibiotikus, susidaro šioms chemikalams atsparios žemės ūko kenkėjų ir bakterijų populiacijos. Chemikalų poveikis yra atrankos veiksnys. Dozę atlaikę organizmai išgyvena, nes yra įgiję mutacijų, dėl kurių nuodai juos mažiau veikia. Jie palieka atsparius šioms medžiagoms palikuonis, o gamtinė atranka juos išsaugo. Taip atsiranda bakterijų ar žemės ūko kenkėjų populiacija, kurios tam tikra nuodingoji medžiaga neveikia. Maliarija — tai kepenų ir eritrocitų infekcija, kurią sukelia maliarijos plazmodijus. Jį perneša maliarinis uodas. Uodai buvo naikinami insekticidu DDT, o plazmodijus — vaistais. Tačiau išliko nedaug pirmuonių ir uodų, atsparių nuodams ir vaistams. Jie dauginosi ir taip pesticidams ar antibiotikams tapo atspari visa populiacija.

Stabilizuojančioji atranka vyksta tada, kai pranašumų turi tarpiniai fenotipai. Ji padidina populiacijos individų prisitaikymą prie nekintančių aplinkos sąlygų. Stabilizuojančioji atranka atmeta kraštutinius fenotipus, o įtvirtina labiausiai paplitusius. Pavyzdžiui, kūdikių masė svyruoja nuo 0,89 kg iki 4,9 kg. Mirtingumas didžiausias kraštutinėse svorio grupėse, o mažiausias vidutinės masės (apie 3,2 kg) naujagimių. Dauguma kūdikių gimsta ir išgyvena turėdami vidutinę kūno masę, o labai nedaug kūdikių būna labai maži arba labai dideli.



87 pav. Stabilizuojančioji atranka

Išskiriančioji atranka pirmenybę teikia kraštutiniams fenotipams, o ne tarpiniams. Anglijoje šilasraigės gyvena įvairioje aplinkoje. Žemais augalais apaugusiose pievose strazdai sulesia sraigės su tamsiu kiautu be šviesių juostų, o miškuose — šviesiomis juostomis išmargintas sraigės. Dabar randama šilasraigių, kurioms būdingas vienas iš dviejų skirtingų fenotipų ir kurios taip yra prisitaikiusios prie tam tikros gyvenamosios aplinkos.



88 pav. Išskiriančioji atranka

Kryptingoji atranka pirmenybę teikia vienam kraštutiniam fenotipui, stabilizuojančioji — tarpiniam fenotipui, o išskiriančioji — kraštutiniams fenotipams.

Rūšis

Rūšis — tai visuma vienos kilmės individų, kuriems būdingos panašios morfologinės, fiziologinės, biocheminės, ekologinės ir etologinės ypatybės, užimančių tam tikrą arealą, turinčių panašų kariotipą, galinčių

tarpusavyje kryžmintis ir palikti vaisingus palikuonis. Individai priskiriami kuriai nors rūšiai pagal kriterijus. **Morfologinis** kriterijus nurodo individo morfologines ir anatomines sandaros ypatybes — kūno formą, atskirų dalių tarpusavio proporcijas. **Fiziologinis** kriterijus — individo gebėjimą reaguoti į aplinką, gaminti tam tikras medžiagas, išgyventi tam tikromis aplinkos sąlygomis. **Ekologinis** kriterijus leidžia atskirti organizmus pagal jų ekologines nišas. **Etologinis** kriterijus nurodo individų elgsenos ypatumus: veisimosi laikas, tuoktuviniai šokiai, garsiniai signalai. **Geografinis** kriterijus — rūšies individų arealą. **Genetinis** kriterijus nurodo, kad vienos rūšies individai turi rūšiai būdingą chromosomų rinkinį (būdingas tikslus jų skaičius, matmenys ir forma), tarpusavyje kryžminasi ir palieka vaisingus palikuonis. Tai yra svarbiausias rūšies kriterijus. Skirtingų rūšių individų chromosomų rinkinys būna nevienodas, todėl jie negali kryžmintis tarpusavyje ir gamtoje yra tarsi izoliuoti vieni nuo kitų.

Individo rūšiai nustatyti nepakanka kurio nors vieno kriterijaus, rūšį teisingai apibūdinti įgalina tik jų visuma. Mokslininkai nustatė ir daugiau kitokių kriterijų, padedančių tiksliau nustatyti rūšies vietą organinio pasaulio sistemoje.

Mutacijų, kombinacinio kintamumo, izoliacijos ir atrankos reikšmė

Mutacijų reikšmė

- Mutacinis procesas yra nekryptingas, nes mutacijos atsiranda stichiškai ir ne visada padeda organizmui geriau prisitaikyti prie aplinkos sąlygų.
- Susidaro nauji pakitusių genų deriniai, įgalinantys sukurti naujus fenotipus. Atsiradę paveldimi pakitimai — svarbi medžiaga atrankai.
- Palaiko gamtinių populiacijų heterogeniškumą.
- Sąlygoja paveldimus pakitimus, dėl kurių atsiranda paveldimos ligos.

Kombinacinio kintamumo reikšmė

- Susidaro naujos genų kombinacijos, galinčios sukurti naujus fenotipus, naujas organizmo požymių kombinacijas.
- Didėja gamtinių populiacijų individų įvairovė.
- Atsiradę paveldimi pakitimai yra svarbi medžiaga atrankai.
- Didina lytiškai besidauginančių organizmų adaptyvumą.

Izoliacijos reikšmė

- Padeda išsaugoti populiacijų genofondo specifiškumą, nes izoliacijos — tai kliūtys, trukdančios laisvam kryžminimuisi.

Atrankos reikšmė

- Yra kryptinga: išsaugo tuos individus, kurie geriau prisitaikę prie vietos sąlygų, turi naudingų pakitimų.
- Pašalina individus, turinčius kenksmingų paveldimų pakitimų.
- Kuria naujus individus.

Veislė — žmogaus sukurta organizmų grupė

Veislė — tai dirbtiniu būdu žmogaus sukurta individų visuma, kuriai būdingos paveldimos ypatybės: produktyvumas, morfologiniai, fiziologiniai požymiai. Yra kilusi iš atskiros laukinės rūšies. Žmogus sukūrė jų įvairovę, įvairiomis kryptimis keisdamas laukinių protėvių rūšis. Veislei sukurti taikomi du metodai: **hibridizacija** ir **atranka**. Yra dvi atrankos formos: masinė ir individualioji. Masinė atranka — kai iš pradinės medžiagos atrenkama visa individų, turinčių pageidaujamų požymių, grupė. Individualioji atranka — kai atrenkami atskiri individai su žmogų dominančiais požymiais ir išsaugomi jų palikuonys. Jos gali būti vienkartinės arba daugkartinės. Kartais kryžminami skirtingų rūšių augalai. Taip sukurti rugio ir kviečio hibridai. Tačiau šie hibridai būna nevaisingi. Išvedant gyvulių veisles, taikomi 2 pagrindiniai kryžminimo tipai: giminingas ir negiminingas. Negiminingas, kai kryžminami tos pačios ar skirtingų veislių gyvuliai. Daroma atranka, išlaikomos arba pagerinamos pageidaujamos savybės. Giminingas kryžminimas toks, kai kryžminami broliai su seserimis arba tėvai su jų palikuonimis. Taip norima išsaugoti ir įtvirtinti žmogui pageidaujamą vertingą požymį. Tačiau gyvuliai susilpnėja, pasidaro neatsparūs ligoms. Kryžminant skirtingų veislių ar rūšių individus, pirmos kartos hibridai gerai vystosi ir būna labai gyvybingi, bet kitoms kartoms tai nebūdinga. Taikoma paukštininkystėje ir gyvulininkystėje, nes hibridai sunaudojami ūkinėms reikmėms. Tokiu būdu gauti hibridai dažnai būna nevaisingi, bet žmogui labai naudingi. Sukryžminus kumelę su asilu, gautas mulas ištvermingas, fiziškai stiprus, ilgaamžis. Taikant hibridizaciją ir atranką, yra kuriamos ir kitų organizmų veislės. Išvedamos aukšto produktyvumo, greitai augančios, puikaus skonio žuvų veislės. Sukuriami mikroorganizmai, kurie gamina medžiagas, naudojamą maisto pramonėje ir medicinoje, naudojami sintetinant antibiotikus, gaminant tešlą ir keptant duoną, gaminant vyną.

Organizmų karalystės

Karalystėmis organizmai skirstomi atsižvelgiant į ląstelių tipą, struktūrą bei mitybinius ryšius. Yra 5 karalysčių klasifikacijos sistema: augalai, gyvūnai, grybai, protistai ir moneros.

Penkių karalysčių klasifikacijos sistema

Kriterijai	Moneros	Protistai	Grybai	Augalai	Gyvūnai
Ląstelės tipas	Prokariotinė	Eukariotinė	Eukariotinė	Eukariotinė	Eukariotinė
Sudėtingumas	Vienaląsčiai	Vienaląsčiai	Vienaląsčiai ir daugialąsčiai	Daugialąsčiai	Daugialąsčiai
Mityba	Autotrofinis arba heterotrofinis	Autotrofinis arba heterotrofinis	Heterotrofinis	Autotrofinis	Heterotrofinis
Judrumas	Kartais juda žiuželiais	Kartais juda žiuželiais arba blakstienėlėmis	Nejudrūs	Nejudrūs	Juda susitraukiant raumėnims
Gyvenimo ciklas	Įprastas nelytinis	Įvairus	Haploidinis	Kartų kaita	Diploidinis
Išorinė zigotos apsauga	Nėra	Nėra	Nėra	Yra	Yra
Nervų sistema	Nėra	Kai kurie perduoda dirgiklius	Nėra	Nėra	Yra
Atstovai	Bakterijos, melsvabakterės	Pirmuonys, dumbliai	Pelėsiai, grybai	Samanos, paparčiai, žiediniai augalai	Pintys, kirmėlės, vabzdžiai, žuvis, varliagyviai, ropliai, paukščiai, žinduoliai

Taksonominiai rangai

Taksonomija — tai organizmų apibūdinimo ir klasifikavimo pagal tam tikras taisykles mokslas. Kiekvienam gyvajam organizmui duodamas **binarinis**, arba **dvigubas vardas**. Pavyzdžiui, gulbė giesmininkė — pirmasis žodis nurodo gentį, o antrasis — konkrečią rūšį tos genties viduje. **Rūšies** individai yra panašūs ir kryžminasi tarpusavyje. Panašios rūšys jungiamos į tą pačią gentį, panašios **gentys** — į šeimas, **šeimos** į būrius, **būriai** į klases, **klasės** į tipus, **tipai** į **karalystes**. Egzistuoja rangų hierarchija. Vienam klasifikaciniam rangui priklausančios organizmai turi tuos

pačius požymius ir tam tikrais požymiais skiriasi nuo kitų. Dabar skiriami ne mažiau kaip septyni pagrindiniai taksonominiai rangai.

**Augalų ir grybų
taksonominiai
rangai**

Rūšis → Gentis → Šeima → Eilė → Klasė → Skyrius → Karalystė

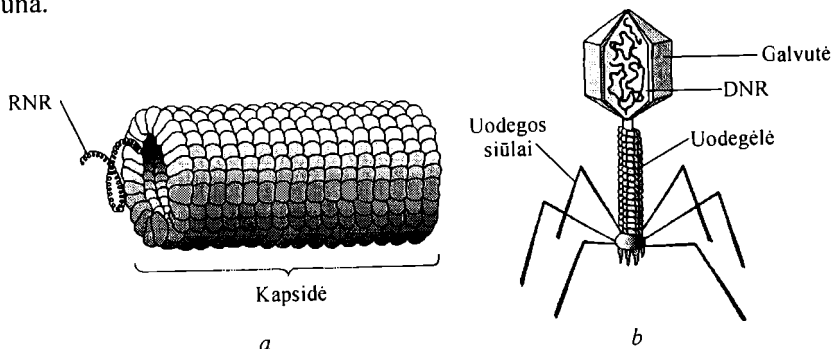
**Gyvūnų
taksonominiai
rangai**

Rūšis → Gentis → Šeima → Būrys → Klasė → Tipas → Karalystė

Virusai — neląstelinė gyvybės forma

Virusai yra neląstelinė gyvybės forma, turinti gyviesiems organizmams būdingą replikacijos savybę. Virusas sudarytas iš baltyminio apvalkalo kapsidės ir viduje esančios nukleorūgšties vidinės šerdies. Vienų virusų šerdyje yra DNR, o kitų RNR, bet ne abi kartu. Nukleorūgščių molekulės užkoduoja informaciją apie baltymų, fermentų ir nukleorūgščių sintezę. Gamtoje virusai būna negyvi, nes nevykdo medžiagų apykaitos, nereaguoja į dirgiklius, nesidaugina. Jie dauginasi tik gyvųjų organizmų ląstelėse. Virusai turėjo atsirasti vėliau, kai jau egzistavo ląstelės. Nauji virusai vystosi ir dabar, keičiasi, evoliucionuoja. Jie skirstomi pagal nukleorūgšties tipą, dydį, formą, išorinį apvalkalą. Kiekviena virusų rūšis parazituoja ir dauginasi tik tam tikros rūšies organizmų ląstelėse. Pagal tai virusai skirstomi į bakterijų, augalų, gyvūnų ir žmogaus.

Bakteriofagai — tai virusai, parazituojantys bakterijose. Bakteriofagą sudaro galvutė, uodegėlė ir uodegėlės siūlai. Galvutėje yra DNR, uodegėlėje — kanalėlis, per kurį bakteriofagas suleidžia į bakterijos vidų savo DNR. Tada bakterijos ląstelė sintetina viruso, o ne bakterijos DNR ir žūna.



89 pav. Tabako mozaikos virusas (a) ir bakteriofagas (b)

Virusų reikšmė žmogaus gyvenime. Daugelis virusų sukelia užkrečiamąsias augalų, gyvūnų ir žmogaus ligas. ŽIV (žmogaus imunodeficitas) sukelia AIDS. Poliomielito virusas parazituoja nugaros smegenų nervų, hepatito — kepenų ląstelėse, herpeso virusai sukelia lūpų pūslelinę. Kai kurioms virusinėms ligoms yra sukurtos vakcinos. Virusų atsparumas vakcinoms rodo, kad jų genetinė informacija kinta, todėl nuo gripo viruso turime skiepytis kasmet. Iš augalų virusinių ligų yra žinoma tabako, žirnių mozaika, kai virusai suardo augalų chloroplastus ir tos dalys pasidaro bespalvės. Bakteriofagai gali būti naudojami bakterijų sukeliamoms ligoms — dizenterijai, vidurių šiltinei ar cholera gydyti.

Bakterijos — skaidytojai ir parazitai

Bakterijos — vienaląsčiai prokariotiniai organizmai. Pagal mitybos būdą bakterijos gali būti autotrofai ir heterotrofai. Heterotrofinės bakterijos pagal maisto šaltinį gali būti skaidytojos (saprotrofai) ir parazitinės. **Saprotrofinės bakterijos** minta negyvų kūnų organinėmis medžiagomis ir organizmų išskyromis. Tai puvimo ir rūgimo bakterijos. **Parazitinės bakterijos** minta gyvųjų organizmų organinėmis medžiagomis. Tai augalų, gyvūnų ir grybų ligų sukėlėjai.

Bakterijų reikšmė gamtoje ir žmogaus gyvenime. Saprotrofinės bakterijos būtinos ekosistemos medžiagų apykaitai, nes organines medžiagas paverčia neorganinėmis molekulėmis, tinkamomis fotosintezai. Puvimo bakterijų ypač gausu dirvožemyje. Misdamos augalų nuokritomis, gyvūnų lavonais, ekskrementais, juos paverčia puvenomis, o vėliau — mineralinėmis medžiagomis, kurios būtinos augalams. Tai savotiški mūsų planetos sanitarai.

Parazitinės bakterijos turi įtakos reguliuojant populiacijų dydį ir palaidinant organizmų pusiausvyrą ekosistemose. Dėl didelio populiacijos tankio gali jose sparčiai išplisti, sukelti ligas ir populiaciją sumažinti.

Bakterijos svarbios ir žmogaus gyvenime. Puvimo bakterijos gadina maisto produktus. Kad negestų, maisto produktai šaldomi, džiovinami, sūdomi, rauginami, marinuojami, cukruojami. Puvimo bakterijos naudojamos vandens valymo įrenginiuose, kur skaido organinius teršalus.

Rūgimo bakterijos naudojamos gaminant pieno produktus (sviestą, grietinę, sūrį), spiritą, acto rūgštį, acetoną. Pieno rūgšties bakterijos būtinos daržovėms rauginti, pašarams ruošti.

Parazitinės bakterijos žmogui sukelia infekcines ligas: tuberkuliozę, salmoneliozę, skarlatiną, kokliušą, stabligę, gonorėją, raupsus ir kitas. Sukeldamos kultūrinių augalų ir naminių gyvulių ligas, šios bakterijos kenkia žemės ūkiui.

Grybai skiriasi nuo augalų

Grybai — tai vienaląsčiai arba daugialąsčiai įvairios sandaros organizmai, panašūs į augalus. Tačiau augalai yra autotrofai ir patys sintetuoja organines medžiagas iš neorganinių fotosintezės būdu, o grybai — heterotrofai ir minta gatavomis organinėmis medžiagomis, nes jų ląstelėse nėra chlorofilo.

Grybų vaidmuo ekosistemose ir reikšmė žmogaus gyvenime. Saprofitiniai grybai yra skaidytojai ir svarbūs dirvodaros procesams. Jų gausu dirvožemyje. Grybai skaido augalų ir gyvūnų liekanas, paversdami puveonomis, o vėliau — neorganinėmis medžiagomis, būtinomis augalams. Jie virškina sunkiai skaidomas medžiagas, turinčias celiuliozės, lignino arba kolageno.

Kai kurie grybai simbiotai gyvena su melsvabakterėmis arba žaliadumbliais kerpių sudėtyje ir prisideda prie dirvožemio susidarymo. Kerpėmis minta gyvūnai, pavyzdžiui, šiaurės elniai. Kai kurie simbiotiniai grybai sudaro mikorizę (abipusiai naudingas ryšys tarp dirvožemio grybų ir augalų šaknų). Augalai, kurių šaknys turi mikorizę, skurdžiose dirvose geriau auga.

Parazitiniai grybai sukelia augalų ir gyvūnų ligas. Sukeldami ligas, jie gali įtakoti populiacijų dydį ekosistemose. Ypač neatsparūs grybelinėms ligoms augalai.

Grybai reikšmingi ir žmogaus gyvenime. Yra daug valgomųjų grybų rūšių, kurias žmogus naudoja maistui. Iš pelėsinų grybelių gaminami antibiotikai, kuriais gydomos infekcinės ligos. Be pelėsinų ir kitų grybų neapsieinama sviesto, sūrių, fermentų, organinių rūgščių, vitaminų gamyboje. Vienaląsčiai grybeliai mielės naudojamos vyno, alaus gamyboje, kepat duoną, pyragus. Pašarinėmis mielėmis gerinami gyvulių pašarai. Mielės, kaip vienaląstis eukariotas, naudojamos genetinės inžinerijos bandymams.

Tačiau grybai padaro ir daug žalos. Parazitiniai grybai sukelia kultūrinių augalų ligas ir patiriami didžiuliai derliaus nuostoliai. Daugybė aukšliaugrybių parazituoja ant įvairiausių augalų: lapai serga miltlige, raukšlėtumu. Parazitiniai grybai kūrės, rūdys ir skalsiagrybiai kenkia daugeliui javų. Kempinės parazituoja medžius. Grybai gali sukelti ir žmogaus bei gyvulių ligas: kvėpavimo takų infekcijas, nagų grybelį, žvynelinę, pienligę, burnos ir gerklės uždegimą. Pelėsiniai grybai gadina maisto produktus. Yra grybų rūšių, ardančių medieną, žalojančių pastatus, tiltus.

Samanų, sporinių induočių ir sėklinių augalų pagrindiniai skirtumai

Samanų, sporinių induočių ir sėklinių augalų daugiausia skiriasi indų sistema, šaknys, jie skirtingai dauginasi sporomis arba sėklomis. Šie skirtumai išsivystė, augalams adaptuojantis prie sausumos sąlygų. Pagal apytakos indus augalai skirstomi į dvi grupes: indų neturinčiuosius ir indus turinčiuosius (induočius). Indų neturi samanos. Jos neturi ir tikrųjų šaknų, stiebų bei lapų, o tik į juos panašius darinius, nes šie neturi apytakos indų. Visi kiti augalai indus turi. Tai sporiniai induočiai (paparčiai, asiūkliai, pataisai) bei sėkliniai induočiai (plikasėkliai ir gaubtasėkliai). Šių augalų indų audinį sudaro mediena bei karniena. Sporiniams induočiams, plikasėkliams ir gaubtasėkliams augalams taip pat išsivystė šaknys, stiebai bei lapai.

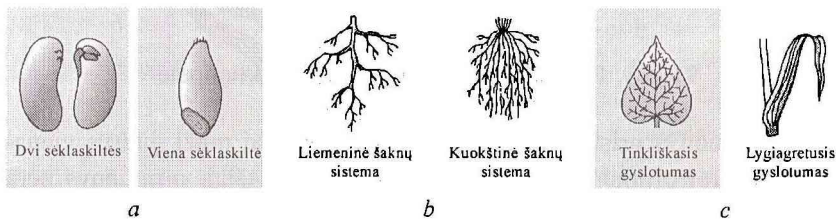
Evoliucionuojant kito ir dauginimosi būdai. Sporiniai augalai (samanos, sporiniai induočiai) plinta sporomis. Iš sporos išauga gametofitas. Po apvaisinimo jame susidariusi zigota tuojau pat sudygsa ir iš jos išauga sporofitas. Sėkliniai augalai (plikasėkliai bei gaubtasėkliai) plinta sėklomis. Iš zigotos pirmiausia susidaro gemalas (sporofito užuomazga), o visas sėklapradis virsta sėkla, kurią dengia luobelė. Gemalas apsaugotas sėklos viduje. Joje yra maisto atsargų, kurias naudoja daigas vystymosi pradžioje sudygsus sėklai. Plikasėklių augalų (pušų, eglių) sėklos yra neapgaubtos. Jos formuojasi kankorėžuose. Gaubtasėklių (magnolijūnų) augalų sėklas gaubia apyvaisis. Vaisiaus viduje gaubtasėklių sėklos yra apsaugotos.

Augalų grupės	Šaknys	Indų sistema	Dauginimasis
Samanos	nėra	nėra	sporomis
Sporiniai induočiai (paparčiai, asiūkliai, pataisai)	yra	yra	sporomis
Sėkliniai induočiai (plikasėkliai, gaubtasėkliai)	yra	yra	sėklomis

Vienaskilčių ir dviskilčių augalų klasių skirtumai

Gaubtasėklių augalų skyrius skirstomas į dvi klases: dviskilčių ir vienaskilčių. Joms priklausančys augalai turi įvairių sandaros skirtumų:

- sėklaskilčių skaičius sėkloje: dviskilčių augalų sėklose yra dvi sėklaskiltės, o vienaskilčių — viena;
- šaknų sistema: dviskilčių augalų šaknų sistema liemeninė (gerai išsivysčiusi pagrindinė šaknis), o vienaskilčių — kuokštinė (visos šaknys vienodo ilgio ir storio, pagrindinė šaknis nesiskiria nuo pridėtinių);
- lapų gyslotumas: dviskilčių augalų lapų gyslotumas tinkliškas (lapų gyslos daug kartų šakojasi ir sudaro ištisinį tinklą), o vienaskilčių — lygiagretus (lapų gyslos išsidėsto viena kitai lygiagrečiai).



90 pav. Dviskilčių ir vienaskilčių augalų klasių skirtumai:

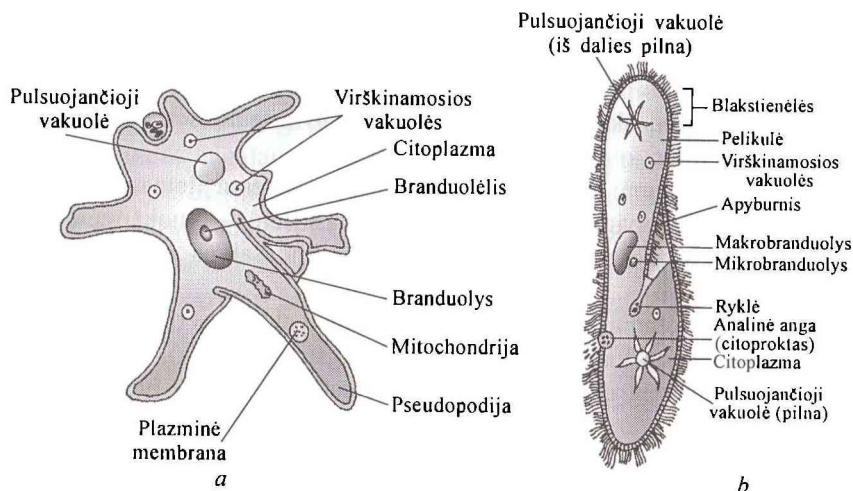
a — sėklaskilčių skaičius; *b* — šaknų sistema; *c* — lapų gyslotumas

Augalų reikšmė žmogui

Pagal reikšmę žmogaus gyvenime augalus galima suskirstyti į ketelą grupių: maistinius, pašarinius, pluoštinius, vaistinius ir kitokius.

- Dauguma kultūrinių augalų yra žmogaus maisto šaltinis. Tai javai, daržovės, vaisiai.
- Iš augalų gaminami gyvulių pašarai. Svarbiausi pašariniai augalai: dobilai, liucerna, pašarinis motiejukas, pašiaušėliai, kukurūzai.
- Iš pluoštinių augalų gaminami audiniai. Tai linai, medvilnė, kanapės.
- Daugelis augalų turi gydomųjų savybių. Tai vaistiniai augalai: jonažolė, gyslotis, erškėtis, ramunė, kiaulpienė, kraujažolė, trūkazolė, pakalnutė ir kiti.

Pirmuonys — vienląščiai organizmai



91 pav. Pirmuonys: *a* — ameba; *b* — klumpelė

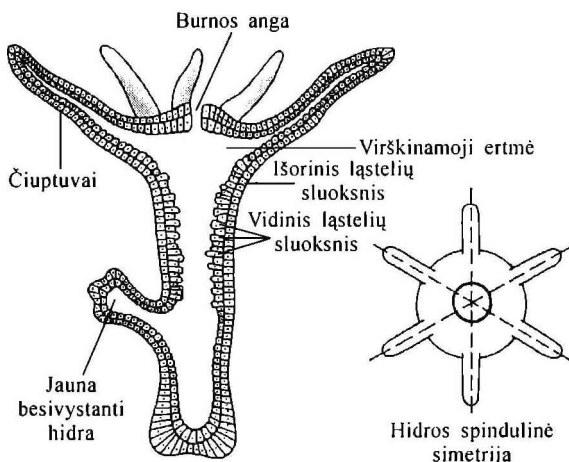
Pirmuonys priskiriami protistų karalystei. Tai maži, jūdrys vienląščiai heterotrofiniai organizmai. Būdami vienląščiai, pirmuonys nėra paprasti organizmai, nes jų ląstelė privalo atlikti visas tas funkcijas, kurias sudėtingesniuose organizmuose atlieka audiniai ir organai. Maistas yra virškinamas virškinamosiose vakuolėse, o vandeniui pašalinti gėlavandeniai pirmuonys turi pulsuojančiąsias vakuoles. Dauginasi nelytiniu (skilimas pusiau bei mitozė) ir lytiniu būdu. Nepalankiomis sąlygomis virsta cista. Pirmuonys paprastai gyvena vandenyje, bet jų galima aptikti drėgnoje dirvoje bei kituose organizmuose. Vandenyuose bei gėlavandenyuose ežeruose jie yra zooplanktono dalis. Pagal judėjimo tipą pirmuonys skirstomi į grupes:

- amebiniai — juda pseudopodijomis (didžioji ameba, dizenterinė ameba);
- blakstientieji — juda blakstienėlėmis (klumpelė, trimitėlis);
- žiuželiniai — juda žiuželiais (trpanosoma);
- sporagyviai — nejudrūs (maliarinis plazmodis).

Gyvūnai

Manoma, kad visi gyvūnai išsivystė iš vieno protėvio, greičiausiai artimo pirmuoniui. Vienas iš jų klasifikavimo kriterijų yra gemalinių lapelių skaičius. Gyvūnui vystantis, iš gemalinių lapelių susiformuoja kūno audiniai ir organai. Primityvios sandaros gyvūnai turi du gemalinius lapelius: ektodermą (išorinį) ir entodermą (vidinį). Sudėtingesnės sandaros gyvūnai turi tris gemalinius lapelius: ektodermą, entodermą, o tarp jų — mezodermą.

Duobagyviai — dvisluoksnės sandaros gyvūnai



92 pav. Gėlavandenės hidros sandara

Duobagyvių tipui priskiriami daugialąsčiai dvisluoksniai vandens gyvūnai. Jie turi tik 2 gemalinius lapelius: ektodermą ir entodermą. Duobagyvių kūnas spindulinės simetrijos, primena tuščiavidurį maišelį. Kūno viduje yra virškinamoji ertmė, kuri su išore jungiasi tik per burną. Išoriniame sluoksnyje yra ilgiųjų ląstelių. Vidinis sluoksnis išskiria virškinamąsias sultis tiesiai į virškinamąją ertmę. Šioje ertmėje maistas virškinamas ir vyksta medžiagų apykaita. Abu sluoksnius skiria drebutinė mezogljėja. Kai kurių ląstelių pagrinde yra raumeninių skaidulų. Po epidermiu esančios nervinės ląstelės sudaro nervinį tinklą (difuzinę nervų sistemą). Duobagyvių tipui priskiriamos aktinijos, koraliniai polipai, scifomedūzos, hidros.

Žieduotosios kirmėlės — trisluoksnės sandaros gyvūnai

Visiems gyvūnams, pradedant plokščiųjų kirmėlių tipu, vykstant evoliucijai, išsivystė 3 gemaliniai lapeliai: ektoderma, mezoderma ir entoderma. Taigi ir žieduotųjų kirmėlių tipo gyvūnai turi tris gemalinius lapelius. Žieduotosios kirmėlės turi kraujotakos sistemą, kuri yra uždara, t. y. kraujas teka tik kraujagyslėmis, neišsiliedamas į kūno ertmę. Ją sudaro dvi pagrindinės kraujagyslės — nugaros ir pilvo, kurias kiekviename narelyje jungia žiedinė kraujagyslė. Kraują tekėti verčia penkios žiedinės kraujagyslės, atliekančios širdies vaidmenį. Žieduotųjų kirmėlių tipui priskiriamos mažaserių kirmėlių (sliekas), daugiaserių (nereidė, smiltkirmis), dėlių (medicininė dėlė) klasės.

Bestuburių gyvūnų reikšmė gamtoje ir žmogaus gyvenime

Bestuburiams gyvūnams priskiriami pinčių, duobagyvių, plokščiųjų, apvaliųjų ir žieduotųjų kirmėlių, moliuskų, nariuotakojų tipai.

Kirmėlių reikšmė. Yra trys kirmėlių tipai: plokščiosios, apvaliosios ir žieduotosios. Dauguma plokščiųjų ir apvaliųjų kirmėlių — gyvūnų ir žmogaus parazitai. Plokščiosios parazitinės kirmėlės priklauso siurbikių ir kaspinuočių klasėms. Abiejų šių klasių kirmėlių sandara pakitusi dėl parazitinio gyvenimo būdo: priekiniame kūno gale matomi kabliukai ir (arba) siurbtukai, kuriais kirmėlės prisitvirtina prie šeimininko, dauginimosi sistema išsivysčiusi labiau nei kiti organai, sunykusios nervų ir virškinimo sistemos, kūno danga atspari šeimininko virškinamosioms sulčims. Kad patektų iš vieno pirminio šeimininko pas kitą pirminį šeimininką, tiek siurbikėms, tiek kaspinuočiams būtinas antrinis (tarpinis) šeimininkas. Pirminiame šeimininke gyvena lytiškai besidauginantis suaugęs parazitas, o tarpiniame — vienos ar kelių stadijų lervos. Gyvendamos šeimininko organizme, kirmėlės maitinasi jo kūno medžiagomis, žaloja jo organus, nuodija organizmą. Siurbikų klasei priklauso kepeninė, katinė siurbikė. Kaspinuočių klasei priskiriamas jautinis, platusis, kiaulinis kaspinuotis, kaspinuotis echinokokas. Apvaliųjų kirmėlių tipui priklauso žmoginė askaridė, trichina, spalinės.

Sliekai priskiriami žieduotųjų kirmėlių tipui. Jie yra skaidytojai, gerina dirvožemio struktūrą. Sliekais minta daugelis gyvūnų.

Moliuskų reikšmė. Moliuskų tipui priskiriamos 3 klasės: dvigeldžių, pilvakojų, galvakojų. Jais minta daugelis gyvūnų. Žmogus moliuskus

(vynuogines sraiges, austres, midijas, kalmarus, aštuonkojus) taip pat naudoja maistui. Dvigeldžiai minkštakūniai (bedantė, geldutė), maitindamiesi vandenyje pakibusiomis dalelėmis, filtruoja ir valo vandenį. Iš jūrinių dvigeldžių išgaunami perlai, o iš kriauklių gaminami papuošalai. Iš senovinių moliuskų kriauklių klotų gaunama kreida. Kai kurie moliuskai (vynuoginė sraigė) maitinasi kultūriniais augalais ir daro žalą žemės ūkiui.

Nariuotakojų tipui priskiriamos vėžiagyvių, voragyvių, vabzdžių klasės.

Vėžiagyvių reikšmė. Vėžiagyviai — daugiausia vandens gyventojai. Smulkūs vėžiagyviai (dafnijos, ciklopai) sudaro didžiausią zooplanktono dalį ir yra žuvų, banginių maistas. Vėžiagyviai suėda daugybę žuvusių vandens gyvūnų ir apvalo vandens telkinius. Yra ir parazitinių vėžiagyvių, kurie puola žuvis bei kitus vėžiagyvius. Krevetės, krabus, omarus, langustus žmogus vartoja maistui. Sausumos vėžiagyviai vėdarėliai yra skaidytojai ir dalyvauja dirvodaros procesuose.

Voragyvių reikšmė. Voragyviams priskiriami vorai ir erkės. Vorai yra plėšrūs, todėl sunaikina daugybę vabzdžių ir reguliuoja jų skaičių ekosistemose. Erkių esama labai įvairių. Saprotrofinės dirvožemio erkutės svarbios mineralizacijos procesams. Parazitinės erkės kenkia augalams ir gyvūnams: voratinklinė erkė minta augalų sultimis, niežinė parazituoja žmogaus odoje ir sukelia niežus, parazitinės kraujasiurbės erkės siurbia gyvūnų ir žmogaus kraują, gali pernešti nuo gyvūnų žmogui erkinio encefalito, Laimo ligos sukėlėjus.

Vabzdžių reikšmė. Vabzdžiai — gausiausia gyvūnų grupė. Vabzdžiais minta daugelis gyvūnų rūšių, todėl jie yra svarbi grandis mitybos grandinėse. Vabzdžiai skaidytojai (podūros, maitvabaliai, mėšlavabaliai, duobkasiai) minta irstančių augalų bei gyvūnų liekanomis ir pagerina dirvožemį organinėmis bei mineralinėmis medžiagomis. Daugelio rūšių vabzdžiai (bitės, kamanės, žiedmusės) yra žiedinių augalų apdulkintojai. Žmogus naudoja bičių produktus (medų, vašką), nuodus. Augalėdžiai vabzdžiai (kopūstinis baltukas, Kolorado vabalas) ir jų lervos minta įvairiais augalais ir gali padaryti daug žalos žemės ūkiui. Plėšrieji (boružės, laumžirgiai, skruzdėlės) ir parazitiniai (vyčiai, trichogramos) bei jų lervos naikina daugelį kitų vabzdžių, tarp jų ir žemės ūkio kenkėjų. Daugelio rūšių vabzdžiai yra žmogaus ir gyvūnų parazitai (blusos, blakės, utėlės, uodai). Jie ne tik siurbia kraują, bet ir platina ligų sukėlėjus. Vabzdžiai naudojami moksliniams tyrimams (vaisinė muselė drozofila). Šilkaverpis — naminis drugys, auginamas šilkui išgauti.

Stuburinių gyvūnų pagrindiniai išoriniai skirtumai

Stuburiniams gyvūnams priskiriamos kremzlinių bei kaulinių žuvų, varliagyvių, roplių, paukščių ir žinduolių klasės. Pagrindiniai išoriniai jų skirtumai — galūnių sandara ir kūno danga — išsivystė dėl skirtingos gyvenamosios aplinkos. Taip jie prisitaikė gyventi vandenyje ir sausumoje.

Kūno dangos skirtumai. Žuvis — vandens gyvūnai. Jų kūnas padengtas kauliniais žvynais. Žvynai nuolat būna gleivėti. Tai mažina trintį su vandeniu. Gleivės išskiria odos liaukos.

Varliagyviai — stuburiniai gyvūnai, gyvenantys ir vandenyje, ir sausumoje. Varliagyvių oda glotni, nežvynuota, visada drėgna, nes joje yra gleivių liaukų. Per drėgną odą į varliagyvio organizmą patenka dalis vandens ir deguonies, o sausumoje ji padeda reguliuoti temperatūrą, garindama vandenį.

Ropliai — daugiausia sausumos gyventojai. Roplių oda stora, suragėjusi, žvynuota. Ja ropliai nekvėpuoja, nes turi geriau negu varliagyvių išsivysčiusius plaučius. Tokia oda neleidžia išgaruoti vandeniui, bet trukdo augti ir susidėvi, todėl ropliai turi reguliariai nertis.

Paukščiai — sausumos gyventojai. Jų oda sausa, plona ir apaugusi plunksnomis, o kojų — žvynais. Plunksnos reikalingos skraidyti. Tai pakitę roplių žvynai. Yra du plunksnų tipai: kontūrinės ir pūkinės. Kontūrinės dengia kūną (dengiamosios) arba prisitvirtinusios prie sparnų (plasnojamosios). Plasnojamosios plunksnos persidengia ir gaunamas skrydžiui tinkamas plokščias bei platus paviršius. Pūkinės saugo šilumą ir svarbios išlaikant pastovią kūno temperatūrą.

Žinduolių oda tvirta ir elastinga, apaugusi plaukais. Žinduoliai, kaip ir paukščiai — homoterminiai gyvūnai. Plaukai padeda išlaikyti jų kūno šilumą.

Galūnių sandaros skirtumai. Stuburiniams būdingos 2 tipų galūnės — žuvų pelekai ir sausumos stuburinių penkiapirštės galūnės. Žuvims judėti vandenyje padeda plokšti pelekai. Jie gali būti neporiniai (įvairių rūšių žuvų jų skaičius skirtingas) ir poriniai. Porinių visada yra dvi poros: krūtinės pelekai (priekinių galūnių pora) ir pilvo pelekai (užpakalinių galūnių pora).

Manoma, kad sausumos stuburinių porinės penkiapirštės galūnės išsivystė iš porinių riešapelekės žuvies pelekų, nes šiose galūnėse aptinkami tie patys kaulai. Varliagyviai, ropliai, paukščiai ir žinduoliai priklauso keturkojams — jie turi keturias galūnes. Sausumoje gyvenančių gyvūnų galūnės — kūno atrama. Varliagyvių galūnės sudarytos iš 3 dalių, kurios

paslankiai sujungtos sąnariais. Priekinę galūnę sudaro žastas, dilbis, plaštaka, o užpakalinę — šlaunis, blauzda, letena. Galūnių kaulus prie stuburo jungia galūnių lankai. Tokia penkiapirštės galūnės sandara būdinga visiems sausumos stuburiniams, tik tai jų išorė gali labai skirtis dėl įvairių aplinkos sąlygų ir atliekamų funkcijų.

Ropliai turi 4 galūnes, sudarytas iš tų pačių dalių, kaip ir varliagyvių. Tačiau gyvatės evoliucionuodamos galūnes prarado, o jūrinių vėžlių kojos dėl gyvenimo vandenyje suplokštėjo ir tapo panašios į irklus.

Paukščių priekinės galūnės virto sparnais ir pritaikytos skraidyti. Jų kaulai lengvi, tuščiaviduriai. Paukščio sparnų griaučius sudaro 1 žastikaulis, 2 dilbio kaulai ir keli plaštakos kaulai. Kitaip nei penkiapirštė priekinė galūnė, būdinga daugumai varliagyvių ir roplių, paukščio sparnas teturi 3 pirštus. Keli plaštakos kaulai suaugę į vieną sudėtingą kaulą. Kadangi pirštų mažiau ir smulkūs kaulai suaugę vienas su kitu, ši sparno dalis tvirta ir jai tenka didžiausias krūvis paukščiui skrendant. Kojų griaučiuose yra pastaibis, suaugęs iš kelių smulkių letenos kaulų. Jis padeda pakelti kūną ir sušvelnina smūgį paukščiui leidžiantis.

Žinduolių galūnės yra ne kūno šonuose, kaip roplių, o po liemeniu, todėl kūnas neliečia žemės. Galūnių griaučiai panašūs į roplių. Vandens žinduolių (ruonių, banginių, delfinų) galūnės suplokštėjusios ir virtusios plaukmenimis — prisitaikyta judėti vandenyje. Arklių ir kitų kanopinių gyvūnų pirštų skaičius sumažėjęs dėl prisitaikymo greitai bėgti.

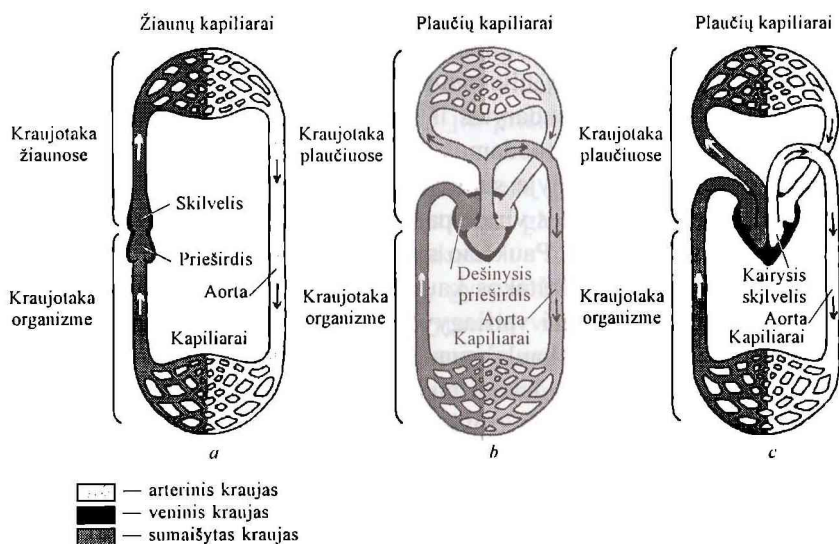
Stuburinių gyvūnų vidinės sandaros skirtumai

Palyginkime žuvies, varlės ir žinduolio kvėpavimo, kraujotakos sistemas bei galvos smegenų didžiuosius pusrutulius.

Kvėpavimo sistemų lyginimas. Žuvis kvėpuoja žiaunomis vandenyje ištirpusiu deguonimi. Ore yra daug deguonies, bet jis džiovina kvėpuojamuosius paviršius. Pirmiesiems sausumos stuburiniams varliagyviams išsivystė plaučiai. Jie yra kūno viduje ir apsaugoti nuo išdžiūvimo. Tai paprasti maišelio formos dariniai, kuriuose gausu kraujagyslių. Dauguma varliagyvių taip pat kvėpuoja pro drėgną gleivėtą odą, nes plaučiai dar per menkai išsivystę.

Žinduoliai kvėpuoja korėtais plaučiais. Į plaučius oras patenka kvėpavimo takais: trachėja šakojasi į bronchus, o šie į smulkesnes šakas — bronchioles. Bronchiolės baigiasi smulkiomis pūslelėmis — alveolėmis, todėl kvėpuojamasis paviršius, išraižytas kapiliarų, daug didesnis negu varliagyvių.

Kraujotakos sistemų lyginimas



93 pav. Žuvies (a), varliagyvio (b) ir žinduolio bei paukščio (c) kraujotakos sistemos

Žuvų kraujas teka vieninteliu kraujotakos ratu. Žuvies širdis turi 2 skyrius: prieširdį ir skilvelį. Širdyje būna veninis kraujas, o žiaunose jis tampa arteriniu, nes prisotinamas deguonies ir kraujagyslėmis teka į organizmo kapiliarų sistemą.

Sausumos stuburiniams, išsivysčius plaučiams, susiformavo dviejų kraujotakos ratų sistema. Varliagyvių širdis tuo pat metu varo kraują į audinius (didysis kraujotakos ratas) ir į plaučius (mažasis kraujotakos ratas). Širdis turi 3 skyrius: 2 prieširdžius ir 1 skilvelį. Dešiniajame prieširdyje būna tik veninis, o kairiajame — tik arterinis kraujas. Skilvelyje arterinis ir veninis kraujas susimaišo. Tokiu maišytu krauju aprūpinamas visas kūnas, o į galvos smegenis dėl tam tikro kraujagyslių išsidėstymo teka arterinis kraujas.

Žinduolių organizme kraujas taip pat teka dviem kraujotakos ratais — didžiuoju ir mažuoju. Tačiau jų širdį aklina pertvara dalija į dvi dalis (kairiąją ir dešiniąją). Širdyje 4 skyriai: 2 prieširdžiai ir 2 skilveliai. Arterinis ir veninis kraujas širdyje nesimaišo, ir visas organizmas aprūpinamas arteriniu krauju. Dešinysis skilvelis varinėja kraują į plaučius, o kairysis — į visą likusį organizmą.

Didžiųjų pusrutulių sandaros lyginimas. Stuburinių gyvūnų galvos smegenys skirstomos į užpakalines, vidurines ir priekines. Tačiau skirtingų stuburinių klasių šios dalys išsivysčiusios skirtingai. Kaulinių žuvų priekinės smegenys yra mažos. Varliagyvių — išsivysčiusios labiau nei žuvų. Galima išskirti du jų išsipūtimus — didžiuosius pusrutulius. Žinduolių priekinių smegenų didieji pusrutuliai tokie dideli, jog dengia kitas galvos smegenų dalis. Taip pat gerai išsivysčiusi didžiųjų pusrutulių žievė. Jos plotas padidėjęs, susidarius vingiams ir vagoms. Joje yra aukštesniosios nervinės veiklos centrai, nuo kurių priklauso gebėjimas greitai kaupti patyrimą ir sudėtinga elgsena reaguoti į aplinkos pokyčius.

ORGANIZMAS IR APLINKA

EKOSISTEMOS IR BIOSFERA

Gyvenamoji vieta. Kiekviena rūšis ekosistemoje turi savo gyvenamąją vietą, kurioje ji gyvena, maitinasi, dauginasi. Sliekai gyvena dirvožemyje, kiškiai — miške, meldai — ežero pakrantėje.

Ekologinė bendrija ir ekosistema

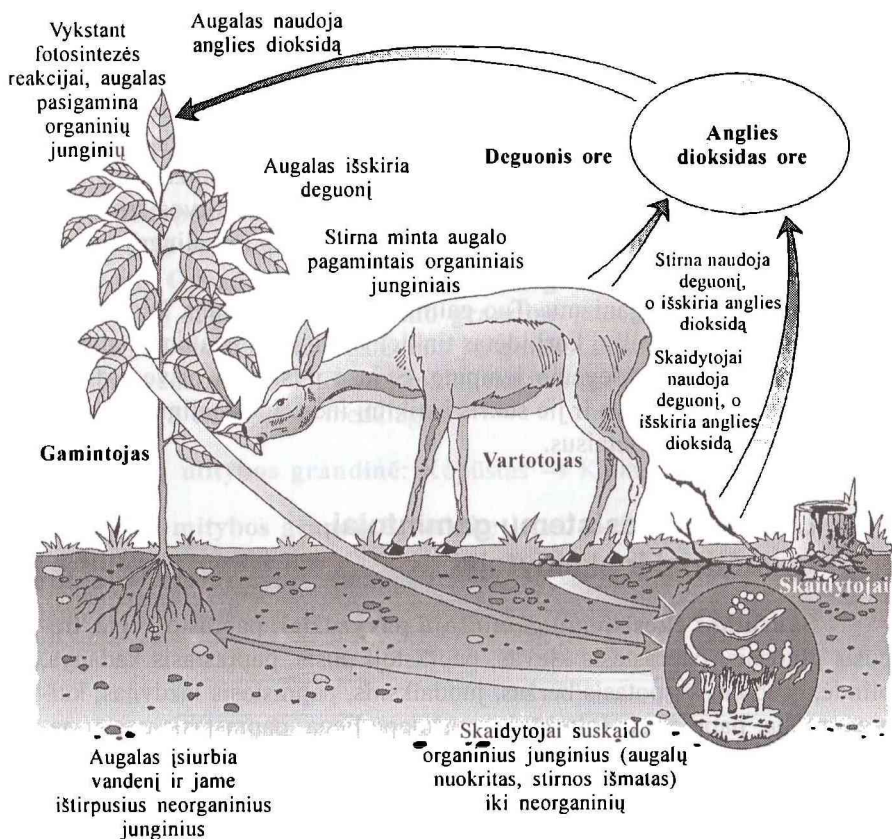
Visi tam tikroje vietoje gyvenantys gamintojai, gyvaėdžiai ir skaidytojai, sąveikaujantys tarpusavyje, sudaro **ekologinę bendriją**. Pavyzdžiui, tame pačiame ežere esančios žuvis, moliuskai, augalai ir kiti gyvieji organizmai sudaro ežero bendriją. Bendriją galima apibūdinti nurodant jos sudėtį — tai joje gyvenančių rūšių sąrašas bei įvairovę — tai rūšių skaičius ir santykinis individų gausumas.

Organizmai gyvena negyvojoje aplinkoje, kur yra neorganinių ir organinių medžiagų. Organizmų bendrija ir juos supanti negyvoji aplinka tarpusavyje labai susijusios ir sudaro **ekosistemą**. Ekosistema galima laikyti ežerą, mišką, upę, pievą. Gyvieji organizmai yra ekosistemos **biotinė** sudedamoji dalis, o negyvoji aplinka — tai **abiotinė** dalis. Organizmai būna prisitaikę prie aplinkos sąlygų. Kai sąlygos keičiasi, keičiasi ir organizmų bendrija. Rudenį ir pavasarį ežero bendrijoje gausu smulkių augalų ir gyvūnų, kurie nereiklūs šilumai, o vasarą padaugėja šilumą mėgsančių organizmų rūšių.

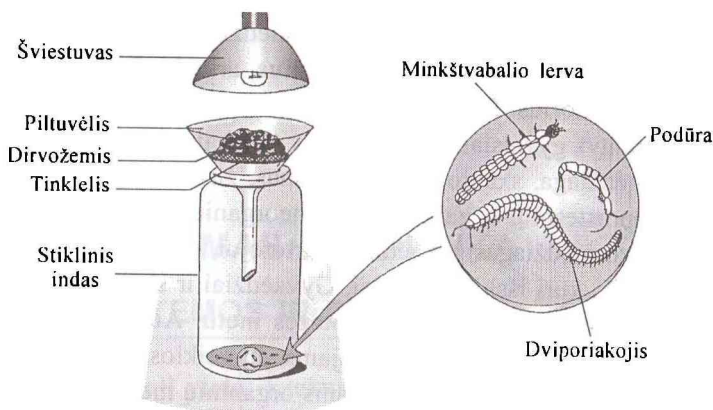
Funkcinės karalijos ir jų tarpusavio ryšiai

Kiekvienoje ekosistemoje gyvena gamintojai, gyvaėdžiai ir skaidytojai. Šios 3 organizmų grupės vadinamos **gyvosios gamtos funkcinėmis karalijomis**. **Gamintojai** — tai žalieji augalai, kurie fotosintezės būdu iš neorganinių junginių pagamina organines medžiagas. Organizmai,

nesugebantys pasigaminti organinių maisto medžiagų iš neorganinių, vadinami **vartotojais**. Šie skirstomi į **gyvaėdžius**, arba biofagus, ir **skaidytojus**, arba destruktorius. Pirmiesiems priklauso augalėdžiai, plėšrūnai ir parazitai, mintantys gyvaisiais organizmais. Antrieji minta negyva, mirusia organine medžiaga, skaido augalų liekanas, žuvusius gyvūnus bei jų išmatas iki paprastesnių, o galiausiai iki neorganinių junginių. Augalai pagamina maisto medžiagas gyvaėdžiui vartotojui. Gyvaėdžiai ir skaidytojai kvėpuoja O_2 , kurį išskiria augalai. Gyvaėdžiai ir skaidytojai išskiria CO_2 , kurį sunaudoja gamintojai fotosintezės metu. Augalo nuokritos ir gyvaėdžių išmatos yra maistas skaidytojams. Jų veiklos rezultatas — neorganiniai junginiai, kurių reikia augalams organinių medžiagų gamybai.



94 pav. Gamintojų, gyvaėdžių ir skaidytojų ryšiai ekosistemoje



95 pav. Dirvožemyje gyvenančių organizmų įvairovės tyrimas

Matome, kad funkcinės karalijos tarpusavyje glaudžiai susijusios ir negali viena be kitos egzistuoti.

Skaidytojų daugiausiai yra dirvožemyje ir jie svarbūs **dirvodarai**. Tai bakterijos, grybai, pirmuonys, kirmėlės, vabalai. Sliekai permala didžiučius kiekius nuokritų ir kitų organinių liekanų. Mikroorganizmai gamina iš nuokritų humusą (puvenas). Sliekų išmatos pagerina dirvos struktūrą, palikti urveliai pagerina aprūpinimą deguonimi, kuris reikalingas augalų šaknims ir gyventojams kvėpuoti.

Dirvožemyje daug organizmų. Tuo galima įsitikinti jį tiriant. Dirvos mėginį supilame į piltuvėlį, į kurį įdėtas tinklelis. Piltuvėlį įstatome į stiklinį indą. Virš mėginio uždegame lemputę. Šviesa ir šiluma privers dirvožemio gyvūnus lipti gilyn ir jie sukris į stiklinį indą. Juos galima apžiūrėti pro didinamuosius prietaisus.

Lietuvos ekosistemų gamintojai, gyvaėdžiai ir skaidytojai

Sausumos ekosistemų gamintojų pavyzdžiai: paprastoji eglė, trapisis gluosnis, paprastasis klevas, paprastoji pušis, paprastasis kadagys, blindė, drebulė, karpotasis beržas, juodalksnis, paprastasis lazdynas, kalninė guoba, paprastasis šaltekšnys, mažalapė liepa, paprastasis uosis, paprastasis sausmedis ir kiti.

Sausumos ekosistemų gyvaėdžių pavyzdžiai: voras kryžiuotis, šuninė erkė, grambuolys, kopūstinis baltukas, liepsnelė, citrinukas, aklys, gylys, paprastasis uodas, širšė, kamanė, bitė, žaliasis žiogas, rupūžė, kūdrinė varlė, vikrusis driežas, paprastasis žaltys, gluodenas, baltasis gandras,

kilnūs erelis, šelmeninė kregždė, didžioji zylė, naminė pelė, pilkasis kiškis, rudoji lapė, vilkas, usūrinis šuo ir kiti.

Sausumos ekosistemų skaidytojų pavyzdžiai: juodosios skruzdėlės, klauzilijos, ūsuočiai, kinivarpos, vėdarėliai, šimtakojai, sliekai, amebos, bakterijos, laibagrybiai, aukšliagrybiai, podūros, nematodai ir kiti.

Vandens ekosistemų gamintojų pavyzdžiai: augalinis planktonas, mauragimbės, vandens lelijos, lūgnės, pupalaiškiai, ajerai, švendrai, nendrės ir kiti.

Vandens ekosistemų gyvaėdžių pavyzdžiai: didžioji antis, ešerys, lydeka, upėtakis, žuvų mailius, strimelė, menkė, uodo lervos, kuojas, gyvūninis planktonas, buožgalviai, varlės, didžioji kūdrinukė, laumžirgio lervos, dusios lervos, vandens asiiliukas, trimitininkas ir kiti.

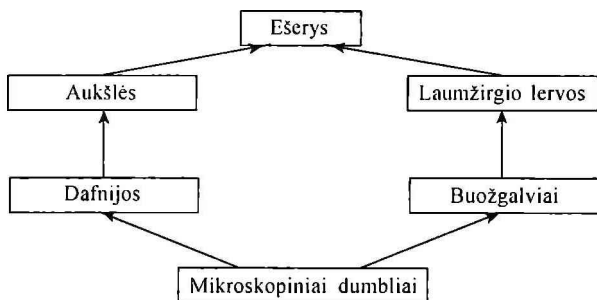
Vandens ekosistemų skaidytojų pavyzdžiai: bakterijos, šoniplaukos, ilgakojo uodo lervos, ankstyvės lervos, uodo trūklio lervos, tubifeksai, mašalų lervos, apsiuvos ir jų lervos, dvigeldžiai moliuskai, vandens asiiliai, trimitininkai ir kiti.

Mitybos grandinės, tinklai ir lygmenys

Mitybos grandinė — tai yra ryšiai tarp ėdamųjų ir ėdančiųjų, tarp maisto ir jo vartotojų. Mitybos grandinės būna dviejų tipų: gyvaėdžių ir skaidymo. **Gyvaėdžių grandinė** prasideda gamintojais ir baigiasi parazitais ar ligų sukėlėjais. **Skaidymo grandinė** prasideda negyva organine medžiaga ir baigiasi neorganiniais junginiais. Jose dalyvaujantys organizmai neėda vienas kito, nes minta negyva medžiaga. Rodyklės rodo, kur keliauja energija ir medžiagos.

Gyvaėdžių mitybos grandinė: Kopūstas → Kiškis → Lapė → Utėlė

Skaidymo mitybos grandinė: Nukritę lapai → Bakterijos →
→ Kirmėlės → Vabalai



Mitybos tinklas — tai sudėtingais mitybos ryšiais tarpusavyje susipynusios ir išsišakojusios kelios mitybos grandinės.

Kryžiuojasi ne tik gyvaėdžių grandinės. Skaidytojų grandinės organizmą gali sulesti gyvaėdžių grandinės individas. Tada skaidymo grandinėje esančios medžiagos ir energija patenka į gyvaėdžių grandinę. Išnykus vienai rūšiai, pasikeis mitybiniai ryšiai. Rūšys, kurios mito išnykusiąja rūšimi, susiras kitą maisto šaltinį arba išnyks.

Mitybos lygmenys — tai visi organizmai, kurie maitinasi tam tikro lygio mitybos grandinėse. Gamintojai yra pirmas mitybos lygmuo. Augaliniu maistu mintantys organizmai yra pirminiai vartotojai — antras mitybos lygmuo. Augalėdžiais mintantys plėšrūnai yra antriniai vartotojai — trečias mitybos lygmuo. Plėšrūnais mintantys organizmai yra tretiniai vartotojai — ketvirtas mitybos lygmuo.

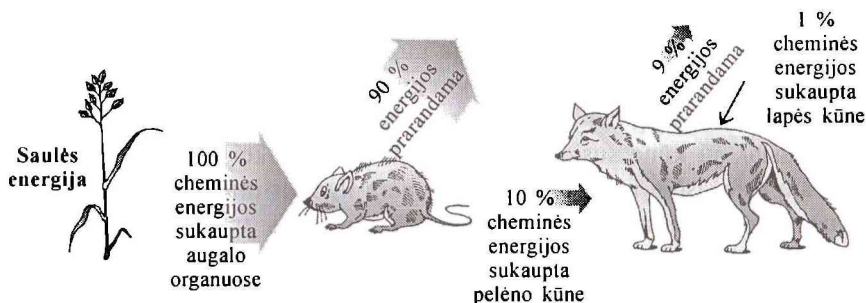
Gyvaėdžių grandinės mitybos lygmenys

Kviečiai	→	Pelės	→	Gyvatė	→	Vanagas
Gamintojas	—	Pirmos eilės vartotojas	—	Antros eilės vartotojas	—	Trečios eilės vartotojas
pirmas mitybos lygmuo		antras mitybos lygmuo		trečias mitybos lygmuo		ketvirtas mitybos lygmuo

Į mitybos lygmenis neįtraukiami parazitai ir parazitų parazitai. Skaidymo grandinėse mitybos lygmenų sąvoka iš viso netaikoma.

Energijos perdavimas į aukštesnį mitybos lygmenį

Gamintojai, vykdydami fotosintezę, saulės energiją paverčia organinių medžiagų energija. Šią augalų sukauptą energiją naudoja vartotojai. Tarkime, kad augalo organinių junginių cheminė energija yra lygi 100 %. I eilės vartotojas sunaudoja šią produkciją, bet jo kūne susikaupia tik 10 % cheminės energijos. Likusi energijos dalis pašalinama iš organizmo su išmatomis ir išspinduliuojama į aplinką šilumos pavidalu. II eilės vartotojas lygiai taip pat praranda dalį energijos. Tai rodo, kad mitybos grandinėje sulig kiekvienu vartotoju pasisavinamos energijos kiekis sumažėja apie **10 kartų**. Energija, keliaudama mitybos grandinėmis, virsta šiluma, kuri iš ekosistemos pašalinama.

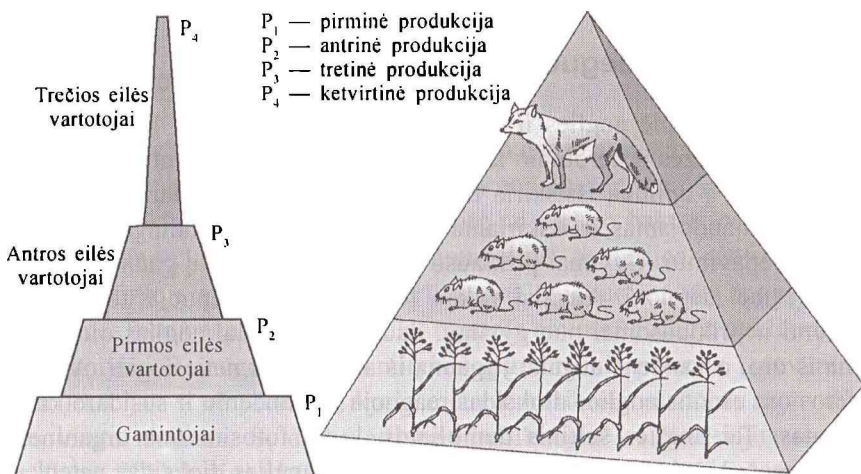


96 pav. Energijos perdavimas mitybos grandinėje

Produkcijos piramidės

Ekologinės piramidės vaizduoja ryšius tarp organizmų, priklausančių skirtingiems mitybos lygmenims. Jos būna skaičių, energijos ir produkcijos. **Skaičių ekologinė piramidė** rodo, kiek individų yra atitinkamame lygmenyje. **Energijos ekologinė piramidė** rodo energijos perdavimo tendenciją iš vieno mitybos lygmens į kitą, aukštesnįjį. **Produkcijos ekologinė piramidė** rodo, kaip mažėja produkcijos kiekis, maistui keliaujant iš vieno mitybos lygmens į kitą.

Kad priaugtų 10 g masės, pirmos eilės vartotojas (P_2) turi suėsti maždaug 100 g pirminės augalinės produkcijos (P_1). Kad antros eilės vartotojas



97 pav. Produkcijos piramidės

(P₃) priaugtų 1 g masės, turi atitinkamai suėsti 10 g pirmos eilės vartotojo mėsos. Produkcijos ekologinėje piramidėje aiškiai matyti, kad kiekvienoje ekosistemoje daugiausiai yra gamintojų. Gerokai mažiau yra pirmos eilės vartotojų, dar mažiau antros eilės, o trečios eilės vartotojų esti mažiausiai, jų kūne susidaro (P₄) ketvirtinė produkcija.

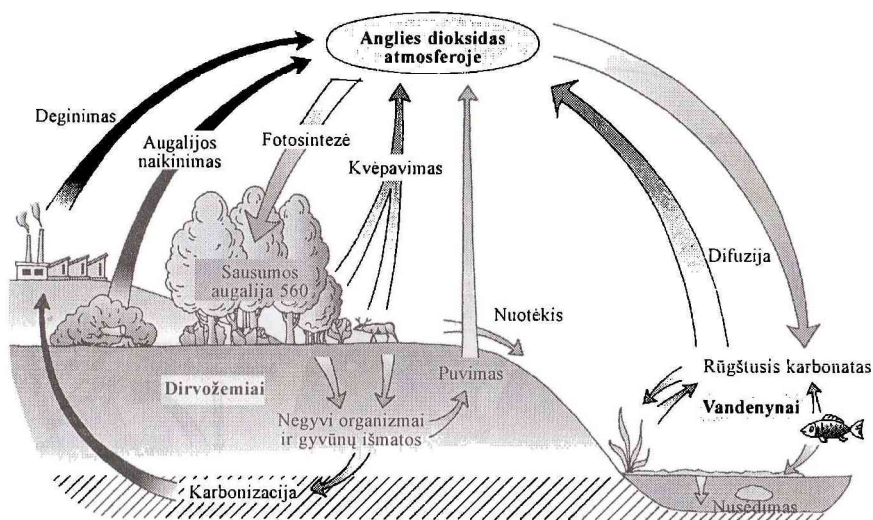
Dėl šių priežasčių mitybos grandinės nėra ilgos ir mitybos lygmenų nedaug. Kuo toliau nuo gamintojo nutolęs vartotojas, tuo mažesnis maisto kiekis jam tenka. Labai sunku apsirūpinti maistu organizmams, kurie minta plėšrūnais. Todėl tokių organizmų yra nedaug, o dauguma plėšrūnų minta augalėdžiais, nes šių gamtoje pakankamai.

Medžiagų apytaka biosferoje

Svarbiausia populiacijų tarpusavio sąveikos ypatybė — kas kuo minta. Augalai, vykdydami fotosintezę, pagamina organines medžiagas, augalais mintantys organizmai yra maistas kitiems gyvūnams. Visi šie mirę organizmai ir jų gyvybinės veiklos atliekos yra maistas skaidytajams. Tiek augalai, tiek gyvūnai sąveikauja ir su negyvąja aplinka, apsikeisdami su atmosfera dujomis. Maisto medžiagos cirkuliuoja ekosistemų viduje ir tarp jų ratu. Augalai paima vandenį ir anglies dioksidą iš aplinkos, o pagamina organines maisto medžiagas. Jas naudoja patys augalai ir augalais mintantys organizmai. Kai šie organizmai miršta ir suyra, neorganinės medžiagos vėl tampa prieinamos augalams. **Maisto medžiagos biosferoje juda ratu.**

Anglies ir deguonies apytaka biosferoje

Kalbant apie anglies ir deguonies apytaką gamtoje, būtina prisiminti fotosintezės ir aerobinio kvėpavimo procesus. Vykstant aerobiniam kvėpavimui, į aplinką išsiskiria anglies dioksidas, o vykstant fotosintezei, jis sunaudojamas ir išskiriamas deguonis, kuris reikalingas aerobiniam kvėpavimui. Gyvūnai priklauso nuo augalų, iš kurių gauna maistą, energiją bei deguonį. Augalai vykdo fotosintezę ir kvėpuoja, todėl gali gyventi nepriklausomai nuo gyvūnų. Sausumos augalai anglies dioksidą ima iš oro, o vandens augalai jį gauna iš atmosferos netiesiogiai. Atmosferos ore esantis anglies dioksidas reaguoja su vandeniu ir susidaro karbonatas. Tai anglies šaltinis dumbliams, kurie fotosintetina organines medžiagas. Vandens organizmams kvėpuojant, anglies dioksidas patenka taip pat į vandenį ir vėl papildoma sumažėjęs karbonato atsargas. Anglies

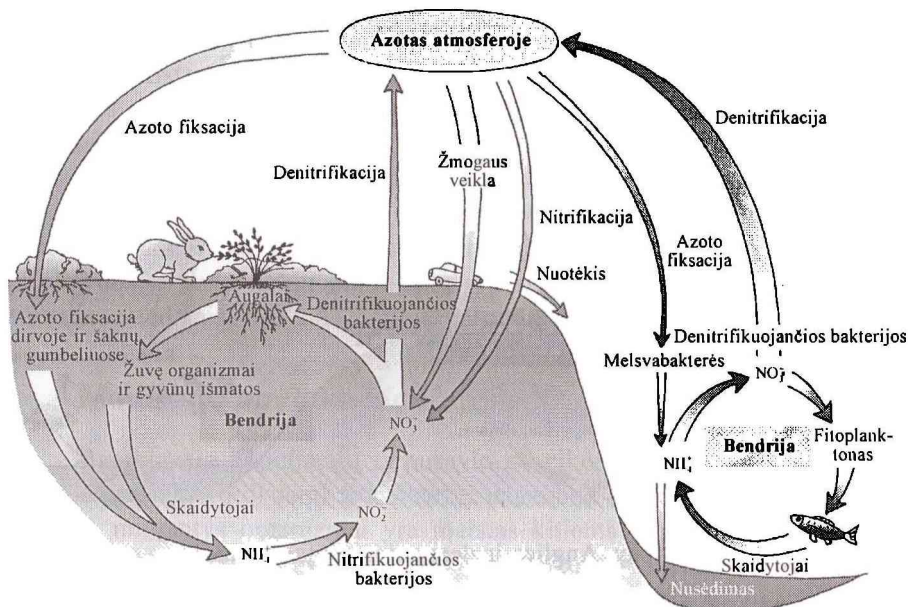


98 pav. Anglies ir deguonies apytakos ratas

šaltinis yra ir žuvų organizmai, kurie virsta akmens anglimi, nafta ar dujomis karbonizacijos metu. Dar vienas anglies šaltinis yra kiautai, sudaryti iš kalcio karbonato, kurie šeimininkui žuvus nusėda ant dugno. Ten vyksta karbonizacija ir puvimas, kurių metu anglis vėl patenka į atmosferą. Organizmams kvėpuojant, anglies išsiskyrimo į atmosferą greitis yra artimas jo suvartojimui per fotosintezę.

Azoto apytaka biosferoje

Azotas ekosistemoje juda ratu. Jo yra gausu atmosferoje, bet dažnai trūksta dirvoje, o tai neigiamai sąlygoja augalų augimą. Augalai negali paimti atmosferos ore esančio azoto, bet tai padaro bakterijos per azoto fiksaciją. Ją vykdo melsvabakterės, gumbelinės bakterijos, azotobakterės ir kitos dirvoje gyvenančios bakterijos. Jos redukuoja azotą ir įjungia į organines medžiagas, kurias augalai naudoja aminorūgščių ir nukleorūgščių gamybai. Iš augalų azotas mitybos grandinėmis patenka į gyvūnus. Nitrifikacija — tai procesas, kurio metu atmosferoje esančios azoto dujos virsta nitratais. Šį darbą atlieka nitrifikuojančios bakterijos — tai vadinamoji biologinė nitrifikacija. Nitrifikacija vyksta ir žaibuojant, krintant meteoritams — atmosferinė nitrifikacija. Galima ir pramoninė nitrifi-

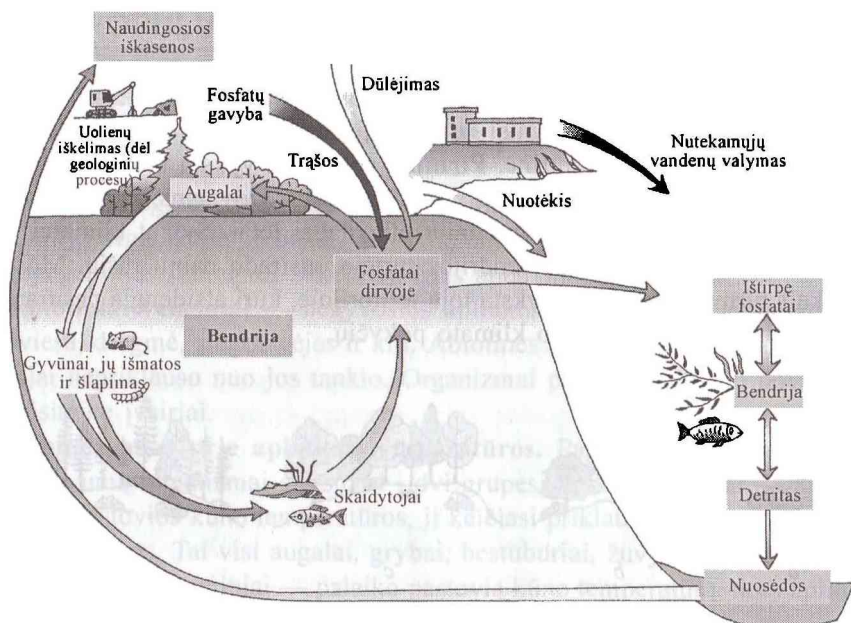


99 pav. Azoto apytakos ratas

fikacija, kai oro azotas gamyklose cheminiu būdu perdirbamas į azoto trąšas, kurios patenka į dirvožemį. Gamtoje vyksta ir priešingas denitrifikacijos procesas, kai nitratai paverčiami azoto dujomis. Tai atlieka dirvoje ir vandenyje gyvenančios denitrifikuojančios bakterijos.

Fosforo apytaka biosferoje

Fosforo apytakos ratas prasideda nuo uolienuų dūlėjimo. Fosforas iš dūlėjančių uolienuų patenka į sausumos ir vandens ekosistemas. Fosfatus iš dirvos pasisavina augalai, o dalis jų išplaunama ir patenka į vandenį. Ten fosfatus pasisavina dumbliai, o likusieji nusėda į dugną, kur yra užkonservuojami nuosėdose. Fosforas į atmosferą nepatenka, todėl fosforo apytakos ratas vadinamas nuosėdiniu. Fosfatai, kuriuos pasisavina gamintojai, yra įjungiami į fosfolipidų, ATP, DNR ir RNR nukleotidų sudėtį. Gyvūnai fosforą gauna iš augalų ir naudoja dantų, kaulų, kriauklių susidarymui. Žuvusių organizmų kūnai, išmatos, šlapimas yra skaidomi, o fosfatai ir vėl patenka gamintojams.



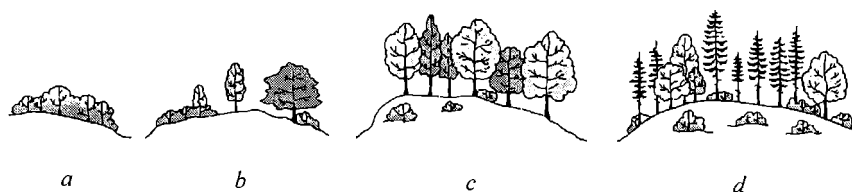
100 pav. Fosforo apytaka

Biosfera — vientisa save reguliuojanti sistema

Biosfera yra planetos dalis, kurioje paplitusi gyvybė. Ji apima dalį hidrosferos, litosferos ir atmosferos. Ji yra vientisa sistema, nes organizmų randame vandenyje, dirvoje ir ore. Biosfera yra ekosistemų visuma. Ekosistemos nuolat keičiasi viena su kita organizmais, medžiagomis ir energija. Priklausomybę tarp sausumos ir vandens ekosistemų pastebime vandens, deguonies, anglies, azoto ir fosforo apytakoje. Biosfera per ilgą laiką sukūrė palankiausią sau atmosferą ir geba palaikyti jos pusiausvyrą. Jeigu deguonies kiekis atmosferoje padidėtų, tada kiltų savaiminių gaisrų grėsmė, o dėl to deguonies kiekis vėl sumažėtų iki normos. Jeigu ženkliai padidėtų anglies dioksido kiekis, aktyviau vyktų fotosintezė, būtų slopinamas kvėpavimas ir degimas, galiausiai atmosferos sudėtis grįžtų į normalią būseną. Organizmai ir jų aplinka sudaro darnią vientisą save reguliuojančią sistemą.

Daugiametė bendrijų kaita

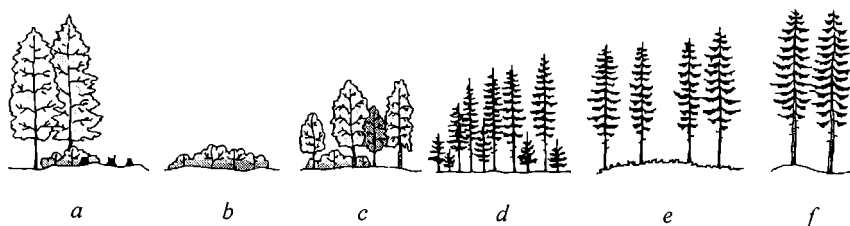
Daugiametė bendrijų kaita (ekologinė sukcesija) yra procesas, kai per tam tikrą laiką augalai ir gyvūnai bendrijose keičia vieni kitus. Ji gali būti pirminė ir antrinė. **Pirminė sukcesija** vyksta tada, kai nauji žemės plotai užkariaujami pirmą kartą. Nuslinkus ledynams, klimatas buvo šaltas ir augmenija bei gyvūnija plito labai lėtai. Šylant klimatui ir formuojantis dirvožemiui, bendrijos turtėjo, atsirado naujų rūšių. Mūsų laikais pirminė sukcesija vyksta toje teritorijoje, kuri atsidengia pasitraukus ledynams dėl šylančio klimato pokyčių.



101 pav. Pirminės sukcesijos pavyzdys:

a — kerpės, samanos ir kitos tundra primenančios rūšys; *b* — krūmų sąžalynai, žoliniai augalai; *c* — lapuočių miškas; *d* — mišrus miškas

Antrinė sukcesija — tai yra bendrijos vystymosi būdas, kai po plyno kirtimo, gaisro ar vėjovartos augalai ir gyvūnai keičia vieni kitus. Iš pradžių kirtavietėje auga samanos ir žolės, vėliau suveši krūmokšniai, dar vėliau pridygsta lapuočių ir spygliuočių medžių. Augmenija sugrįžta į kirtavietę.



102 pav. Antrinės sukcesijos pavyzdys: *a* — miško kirtimas, *b* — žolės, *c* — beržai, *d* — jaunas tankus eglynas, *e* — senesnis eglynas su samanomis, *f* — šimtametė giria

Abiotiniai ekologiniai veiksniai ir organizmų prisitaikymas prie jų

Ekologiniai veiksniai — tai aplinkos savybės ir elementai, veikiančios organizmus ir bendrijas. Skirstomi į abiotinius, biotinius ir antropogeninius (žmogaus sukeltus). Mes aptarsime pirmuosius.

Abiotiniai veiksniai — negyvosios aplinkos savybės. Tai temperatūra, šviesa, drėgmė, slėgis, vėjas ir kiti. Abiotinės aplinkos poveikis populiacijai nepriklauso nuo jos tankio. Organizmai prie šių veiksmų poveikio prisitaikę įvairiai.

Prisitaikymas prie aplinkos temperatūros. Pagal kūno temperatūros pastovumą organizmai skirstomi į dvi grupes. Poikiloterminiai — nepalaiko pastovios kūno temperatūros, ji keičiasi priklausomai nuo aplinkos temperatūros. Tai visi augalai, grybai, bestuburiai, žuvis, varliagyviai ir ropliai. Homoterminiai — palaiko pastovią kūno temperatūrą, nors aplinkos temperatūra kinta. Tai paukščiai ir žinduoliai.

Poikiloterminiai organizmai prie temperatūros pokyčių prisitaiko įvairiais būdais. Augalai geba aušintis, siurbdami vandenį šaknimis ir garindami pro lapus. Šaloms atsparūs augalai rudenį ląstelėse kaupia organines medžiagas, kurios žemina citoplazmos užšalimo temperatūrą. Poikiloterminiai gyvūnai (driežai, gyvatės, musės, drugiai) gali pakelti savo temperatūrą, šildydamiės saulėje, kamanės — virpindamos sparnus, nes raumenys dirbdami išsyla. Orui per daug įkaitus, poikiloterminiai gyvūnai slepiasi pavėsyje, urveliuose.

Homoterminiai organizmai lengviau palaiko pastovią kūno temperatūrą. Jie prisitaiko trejopai — tai anatominis, biocheminis fiziologinis ir elgsenos prisitaikymas. Anatominis — tai tankus kailis, plunksnų danga, poodinis riebalinis sluoksnis. Jis saugo ir nuo šalčio, ir nuo perkaitimo. Biocheminis fiziologinis — stiprėjant šalčiui, prasideda drebulys; nevalingai susitraukinėjant raumenims, išsiskiria papildomai šilumos; kai šalta, odos kraujagyslės susitraukia ir atšalus oda mažiau išspinduliuoja šilumos į aplinką; kai karšta, odos kraujagyslės išsiplečia; per karščius prakaituojama — kartu su garuojančiu prakaitu iš kūno pašalinama šiluma; prakaituojantys gyvūnai lekuoja. Elgsenos — šaltu oru gyvūnai slepiasi užuovėjoje, urvuose, drevėse, o karštu — pavėsyje; daugelis paukščių rūšių atšalus orams migruoja kur šilčiau; kai kurie gyvūnai ir paukščiai (pingvinai) per šalčius spiečiasi į grupes.

Kaip prisitaikoma prie vandens kiekio. Kai kurie organizmai dėl vandens stokos išdžiūsta ir pereina į anabiozės būseną. Aplinkoje vėl atsiradus vandens, gyvybinė veikla atsinaujina. Taip per sausras išgyvena bakterijos, samanų sporos, pirmuonių cistos, plikasėklių ir gaubtasėklių sėklos. Daugumos augalų žiotelės, per kurias garuoja vanduo, yra lapų apatinėje pusėje, kur jų nepasiekia tiesioginiai saulės spinduliai. Karštą dieną žiotelės užsiveria. Sausringų vietų augalai vandens išgarina mažiau, nes jų lapai smulkūs, spygliški, kartais apaugę plaukelių danga, paviršiuje yra vaškingos medžiagos sluoksnis. Kai kurių augalų (kaktusų, agavų, alavijų), augančių sausose vietose, stiebai ar lapai turi specialius audinius, kuriuose kaupia vandens atsargas.

Sausumos gyvūnai taupyti vandenį prisitaikę trejopai — gali būti anatinis, fiziologinis ir elgsenos prisitaikymas. Anatinis — garavimą mažinanti danga. Tai roplių žvynai, žinduolių ir paukščių suragėjęs epidermis, vabzdžių ir voragyvių kūną dengiantis lipidinis sluoksnis, sausumos moliuskų kriauklės, roplių ir paukščių kiaušinių lukštas. Fiziologinis — įvairių organų sistemų prisitaikymas. Pavyzdžiui, žmogaus stororoje žarnoje į kraują iš išmatų sugražinamas didelis kiekis vandens. Elgsenos — karštu paros metu dykumų gyvūnai slepiasi po akmenimis, urveliuose, kur vėšiau, kad organizmas prarastų kuo mažiau vandens.

Kaip prisitaikoma prie šviesos. Saulės šviesą sudaro ultravioletiniai (UV), matomieji ir infraraudonieji (šiluminiai) spinduliai. UV spinduliai yra pavojingi. Organizmai įvairiai prisitaikę nuo jų gintis. Sausumos organizmai turi pigmentuotą kūno paviršių ir dalį UV spindulių atspindi. Pavyzdžiui, žmogaus odos ląstelės, veikiamos UV spindulių, gamina daugiau pigmento melanino. Daugumos gyvūnų lytinės liaukos yra giliai kūno viduje ir ten jų UV spinduliai nepasiekia. Taip apsaugomos lytinės ląstelės.

Regimoji šviesa svarbi fotosintzei. Augalai prisitaikę gauti kuo daugiau šviesos: jie geba lapus pasukti į šviesos šaltinio pusę ir išdėstyti taip, kad šie neužstotų vienas kito (lapų mozaika). Gyvūnams šviesa svarbi kaip orientacijos priemonė. Jiems išsivystę įvairūs regos organai.

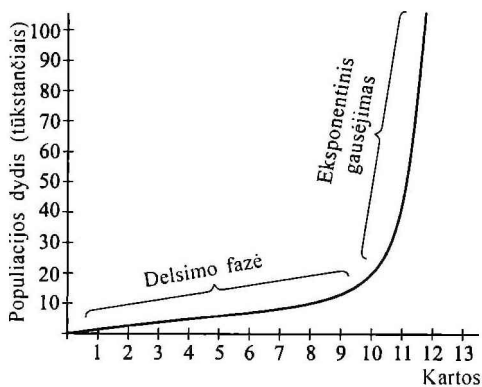
Infraraudonuosius spindulius skleidžia šiltakraujai gyvūnai. Kai kurios gyvatės galvoje turi infraraudoniesiems spinduliams jautrius organus, padedančius aptikti grobį.

Populiacijų gausėjimas

Populiacija — vienai rūšiai priklausančių organizmų, gyvenančių konkrečioje vietoje, visuma.

Populiacijos dydis — tai individų skaičius populiacijoje.

Populiacijos tankis — individų skaičius tam tikrame ploto ar tūrio vienetė. Dydį įtakoja individų gimstamumas, mirtingumas, emigracija, imigracija. Populiacija gausėja, kai gimstamumas būna didesnis už mirtingumą arba kai imigracija būna didesnė už emigraciją. Jei populiacijos individų imigracija ir emigracija apytikriai vienodos, jos augimo greitis priklauso nuo populiacijoje gimusių ir žuvusių individų santykio kitimo.



103 pav. Populiacijos augimas idealiomis sąlygomis

Populiacijos augimas idealiomis sąlygomis. Idealios sąlygos yra tokios, kai kiekvienam populiacijos individui pakanka erdvės, išteklių (maisto, vandens), niekas netrukdo daugintis, pavyzdžiui, nesama parazitų ar plėšrūnų. Idealiomis sąlygomis populiacija atskleidžia savo biotinį potencialą. Tai didžiausias jos dauginimosi greitis. Populiacijai, patekusiai į idealias sąlygas, būdingas eksponentinis gausėjimas — su kiekviena karta individų skaičius kiek nors kartų padidėja. Tokiam gausėjimui būdingos 2 fazės: 1) individų skaičius nedidelis; 2) individų skaičius didėja labai greitai.

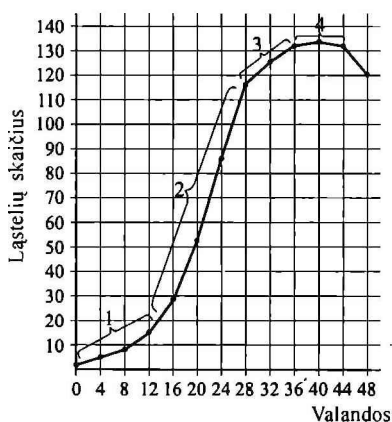
Tačiau gamtoje eksponentinis gausėjimas negali trukti ilgai, nes tam ima priešintis aplinka. Aplinkos pasipriešinimas — tai daugintis trukdančios sąlygos (maisto stygius, atliekų kaupimasis, tarpusavio konkurencija, plėšrūnų ir parazitų poveikis).

Tuo galima įsitikinti, stebint mielių populiacijos augimą. Pavyzdžiui, moksleiviai 48 valandas tyrė mielių populiacijos augimą cukraus tirpale, esant 30 °C temperatūrai. Ląstelių skaičių mikroskopo matymo lauke jie fiksavo kas 4 valandas ir gautus rezultatus surašė į lentelę:

Valandos	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
Ląstelių skaičius	2	5	8	15	29	52	86	116	125	132	134	132	120

Populiacijos augimą pavaizdavo kreivę: Šiuo atveju mielių populiacijos augimą stabdė aplinkos pasipriešinimas: maisto medžiagų kiekio mažėjimas, ląstelių tankio didėjimas, atliekų kaupimasis ir kita.

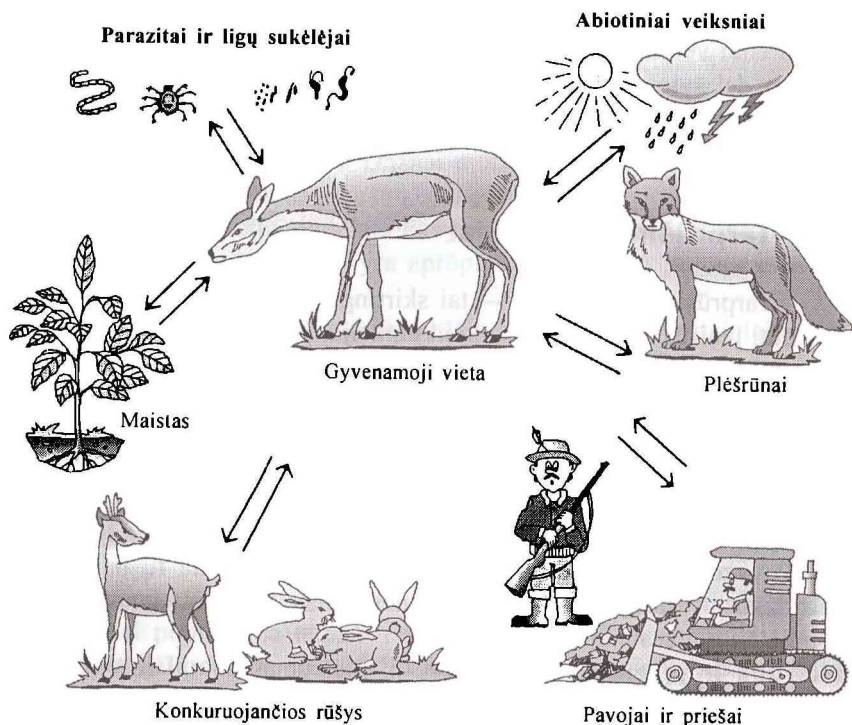
Toks populiacijos gausėjimas, kai tam priešinasi aplinka, vadinamas logistiniu. Jam būdingos šios fazės: 1 — prieaugis nedidelis, nes pati populiacija negausi; 2 — populiacija gausėja sparčiai; 3 — populiacija gausėja lėčiau; 4 — gausėja menkai arba visai negausėja, nes naujų organizmų atsiranda tiek pat, kiek ir miršta. Vėliau mielių populiacija ėmė mažėti.



104 pav. Populiacijos augimo kreivė

Ekologinė niša

Kiekviena rūšis užima tam tikrą vietą ir atlieka tam tikrą funkciją (vaidmenį) bendrijoje. Populiacijos individų gyvenamoji aplinka (miško paklotė, jūros priekrantė) vadinama buveine. Populiacijos ekologinė niša — tai jos individų vaidmuo bendrijoje, įskaitant buveinę ir sąveikas su kitais organizmais. Taigi populiacijos ekologinė niša priklauso tiek nuo abiotinių veiksnių (klimato ir buveinės), tiek nuo biotinių (mitybos bazę sudarančių rūšių, konkurentų, plėšrūnų, parazitų). Pavyzdžiui, stirnų gyvenamoji vieta yra miškas. Čia jos maitinasi medžių šakelėmis, žolėmis ir kitu augaliniu maistu. Joms pavojingos šaltos žiemos, gilus sniegas. Stirnos konkuruoja su briedžiais, elniais ir kiškiais, nes jie priklauso tam pačiam mitybos lygmeniui. Stirnas gaudo plėšrūnai vilkai, medžioja žmonės. Jų tyko pavojai autotransporto magistralėse, daug žūva apsinuodijusios žemės ūkio mineralinėmis trąšomis ar pesticidais. Stirnas parazituoja kirmėlės, utėlės, blusos, erkės, jos serga infekcinėmis ligomis. Atskiros populiacijos individo ekologinė niša yra beveik tokia pati, kaip ir visos populiacijos. Tačiau jis palaiko santykius ir su kitais tos pačios populiacijos individais. Taigi vieno individo ekologinė niša sudėtingesnė negu visos populiacijos, nes ją papildo vidurūšiniai santykiai.



105 pav. Stirnų ekologinė niša

Vidurūšiniai santykiai

Vienos populiacijos individai palaiko tam tikrus tarpusavio santykius. Tai vidurūšiniai santykiai. Naudingi tarpusavio santykiai vadinami **bendradarbiavimu** (kooperacija). Bendradarbiaujama apsirūpinant maistu, ginantis nuo priešu, dauginantis. Pavyzdžiui, vilkai medžioja gaujomis. Tai padeda jiems greičiau sugauti auką. Kirai, kovai peri kolonijomis, nes taip lengviau apsiginti nuo priešu. Pingvinai bendradarbiauja augindami jauniklius. Bendradarbiavimas skatina populiacijos augimą. Kai populiacija tampa per tanki, jie pradeda konkuruoti dėl išteklių. Toks rungtyniavimas vadinamas **vidurūšine konkurencija**. Ji gali būti tiesioginė ir netiesioginė. Tiesioginė konkurencija vyksta tada, kai organizmai tiesiogiai varžosi vienas su kitu dėl kokio nors išteklių. Pavyzdžiui, žuvis, ropliai, paukščiai, žinduoliai gina savo teritoriją tiesioginėje kovoje. Netiesioginė konkurencija pasireiškia tada, kai organizmai nesi-

rungia vienas su kitu tiesiogiai, bet reaguoja į išteklių sumažėjimą dėl konkurento veiklos. Pavyzdžiui, tankiame eglyne augantys medžiai konkuruoja dėl šviesos, vandens, mineralinių medžiagų. Vidurūšinė konkurencija yra viena iš aplinkos pasipriešinimo formų ir mažina populiacijos dydį.

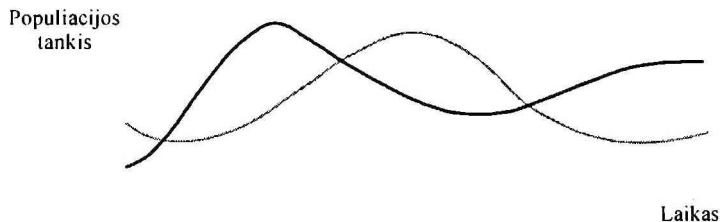
Tarprūšiniai santykiai

Tarprūšiniai santykiai — tai skirtingų rūšių atstovų santykiai. Jie gali būti įvairūs. Tai tarprūšinė konkurencija, plėšrūnų ir jų grobio sąveika, simbiozė. Simbiozė — tai rūšių gyvenimas kartu. Jai priskiriamas parazitizmas, mutualizmas ir komensalizmas. Tarprūšiniai santykiai, kaip ir vidurūšiniai, įtakoja populiacijų dydį. Santykių poveikis gali būti teigiamas (+), neigiamas (–) arba neutralus (0).

Tarprūšinė konkurencija atsiranda tuomet, kai skirtingų rūšių individai naudojami tais pačiais ištekliais (šviesa, erdve, maistu), kurių kiekis ribotas. Pavyzdžiui, langinės ir šelmeninės kregždės minta tų pačių rūšių vabzdžiais. Tarprūšinė konkurencija neigiamai veikia ir vienos, ir kitos populiacijos gausumą (– –).

Plėšrūnų ir jų grobio sąveika (+ –). Plėšrumas — tai reiškinys, kai organizmai, vadinami plėšrūnais, minta kitais organizmais, vadinamais grobiu (aukomis). Plačiąja prasme visi gyvaėdžiai yra plėšrūnai: ir liūtai, medžiojantys antilopės, ir mėlynieji banginiai, filtruojantys iš vandens krevetes, ir augalėdžiai elniai. Gamtoje plėšrūnai gali sumažinti savo grobio populiacijų tankį, bet šis tankis atsiliepia ir plėšrūnų gausumui.

Parazitizmas. Parazitai — tai tokie organizmai, kurie minta kitais organizmais, vadinamaisiais šeimininkais, jų iškart nenužudydami. Savo šeimininkais jie ne tik maitinasi, bet ir naudojami kaip buveinė. Endoparazitai (kaspinuotis, kepeninė siurbikė) gyvena šeimininko organizmo viduje, o ektoparazitai (erkės, utėlės) tvirtinasi prie šeimininko kūno paviršiaus specialiais organais. Parazito ir jo šeimininko santykiai pa-



106 pav. Plėšrūnų ir jų grobio populiacijų kitimas

našūs į plėšrūno ir aukos santykius (+ –). Šeimininkas nuo parazitų gali susilpnėti arba net žūti. Kai šeimininkų populiacijos tankis didelis, parazitai lengvai plinta ir jų populiaciją mažina.

Mutualizmas — tai tokie simbioziniai ryšiai, kai abi sąveikaujančios rūšys iš to turi naudos (+ +). Dažnai mutualistiniai ryšiai organizmams padeda išvengti plėšrūnų, parazitų, apsirūpinti maistu, todėl turi teigiamos įtakos populiacijų dydžiui. Pavyzdžiui, žmogaus virškinamajame trakte gyvenančios bakterijos yra aprūpintos maistu, o jos mums tiekia vitaminų.

Komensalizmas — tai tokie dviejų rūšių organizmų simbioziniai ryšiai, kai vienas iš to turi naudos, o kitas — nepatiria nei naudos, nei žalos (+ 0). Viena rūšis gali naudotis kita kaip slėptuve, būstu ar transporto priemone, maitintis išskyromis ar ekskrementais. Pavyzdžiui, mėšlavabaliai maitinasi galvijų mėšlu.

Demografiniai sprogimai ir jų priežastys

Demografinis sprogimas — staigus populiacijos individų pagausėjimas, kai populiacija tampa neįprastai didelė. Demografiniai sprogimai vyksta dėl populiacijos dydžio reguliacijos sutrikimų. Šis reguliavimas sutrinka, kai žmogus introdukuoja (perkelia) rūšis į sąlygas, kuriose jos anksčiau negyveno, arba kai išnaikinami rūšies natūralūs priešai. Žinomiausi europinių triušių Australijoje, vandens augalo elodėjos, atvežto iš Amerikos į Europą, skėrių demografiniai sprogimai. Toks staigus populiacijos gausėjimas paprastai trunka neilgai. Anksčiau ar vėliau rūšį, pažeidusią pusiausvyrą, pradeda pulti plėšrūnai, parazitai, jai pri-trūksta maisto ar erdvės, ir populiacija sumažėja.

ŽMOGAUS EKOLOGIJA IR APLINKOSAUGA

Šiuolaikinio žmogaus populiacijos gausėjimas

Visi Žemės gyventojai sudaro beveik 5,9 milijardo žmonių populiaciją (1996). Nuo 1650 m. sparčiai plėtojosi mokslas, technologijos ir pramonė. Pasaulio žmonių populiacija kasmet padidėja apie 200 000 žmonių. Po XVII amžiuje įvykusio pramoninio perversmo populiacija ėmė gausėti ypač sparčiai — eksponentiškai. Didžioji dalis žmonių

prieaugio tenka silpnos ekonomikos šalims, neturinčioms stiprios pramonės (Lotynų Amerikos, Afrikos ir Azijos šalys). Žmonių populiacija, kaip ir kitų organizmų, galima apibūdinti pagal tankio, gimstamumo, mirtingumo rodiklius. Tačiau svarbiausias jos skirtumas nuo kitų populiacijų — aplinka žmonių populiaciją veikia nepalyginti mažiau. Žmonių populiacijos gausėjimo priežastys: didelis gimstamumas silpnos ekonomikos šalyse; mažesnis suaugusiųjų ir vaikų mirtingumas dėl medicinos laimėjimų (vakcinų naudojimas, sanitarinių įrenginių diegimas); žemdirbystės ir gyvulininkystės plėtotė padidino maisto išteklius; pagerėjus mitybai, žmogus tapo atsparesnis ligoms; klimato poveikis žmonių populiacijai yra sumažėjęs, žmonės gali gyventi net atšiauriomis sąlygomis. Populiacija silpnos ekonomikos šalyse yra gausesnė negu stiprios ekonomikos šalyse, bet pastarosiose susidaro daugiau kenksmingų atliekų, nes ten daugiau suvartojama popieriaus, metalo, kuro. Numatomas tolesnis žmonių populiacijos gausėjimas ir gamtos išteklių vartojimo didėjimas gali sukelti staigų biologinės įvairovės sumažėjimą, biosferos degradaciją.

Išvengti tolesnio žmonių populiacijos gausėjimo padėtų geresnis šeimos planavimas, socialinių sąlygų gerinimas (švietimas, moters padėties šeimoje stiprinimas), pirmojo vaiko gimdymas sulaukus vyresnio amžiaus. Žmonių populiacijos gausumą reguliuoja šie veiksniai: badas, išteklių stoka, ligos, aplinkos pažeidimai, karai.

Taršos šaltiniai kaip žmogaus veiklos rezultatas

Energijos gamybos bei naudojimo technologijos palengvina žmogaus gyvenimą, nes energijos reikia kiekvienam darbui atlikti. Energijos naudojimas palieka ekologinį pėdsaką. Aplinkoje plinta cheminės medžiagos, šiukšlės, šiluminės ir atominės elektrinės skleidžia į orą ir vandens telkinius šilumą. Šie cheminiai, fiziniai ir biologiniai veiksniai, dėl didelės koncentracijos ar ilgo veikimo sukeliantys neigiamus pakitimus gamtoje, vadinami antropogenine (žmogaus sukelta) tarša. Galima išskirti šiuos taršos šaltinius:

- transportas (transporto teršalai pasaulyje sudaro apie trečdalį visų teršalų);
- energetika (šiluminės ir atominės elektrinės);
- statybinių medžiagų pramonė;
- juodoji ir spalvotoji metalurgija;

- chemijos pramonė (ypač pesticidų, trąšų gamyba);
- fermos;
- buitinės atliekos.

Aplinkoje susidaro labai daug teršalų, priklausančių įvairioms medžiagų grupėms. Pagrindinės oro teršalų grupės: azoto, sieros ir anglies oksidai, angliavandeniliai (metanas ir benzenas), aerozoliai. Dirvų tarša labai susijusi su oro užteršimu. Dirvožemį teršia iš oro nusėdę arba su krituliais iškritę: sunkieji metalai (Pb, Hg, Mo), radioaktyvios dulkės, rūgštys. Vandens telkinius teršia buitiniai ir maisto pramonės nutekamieji vandenys, srutos, nuplautos nuo laukų trąšos, kurios atneša daug organinių atliekų. Nustatant oro, vandens užterštumą, juose rastas teršalo kiekis lyginamas su didžiausia leistina koncentracija. Įvairių teršalų didžiausios leistinos koncentracijos skiriasi. Jų dydį nustato mokslininkai, tiriantys skirtingų teršalo koncentracijų poveikį gyviesiems organizmams.

Iškastinio kuro naudojimas veikia aplinką

Dalis Saulės šviesos energijos prieš daugelį milijonų metų buvo perdirta fotosintezės metu ir virto augalų sudedamąja dalimi. Augalais maitinasi gyvūnai. Negyvos augalų ir gyvūnų liekanos virto akmens anglimis, nafta ir gamtinėmis dujomis. Šias medžiagas vadiname **iškastiniu kuru**. Toks fizikinis procesas, per kurį žuvusieji organizmai virsta akmens anglimis, nafta ir gamtinėmis dujomis, vadinamas karbonizacija. Iškastinis kuras, kaip ir kiti energijos šaltiniai, turi privalumų ir trūkumų.

Energijos šaltinis	Privalumai	Trūkumai
Nafta	Lengva transportuoti, pigi, daug naudojimo sričių, tinka kaip energija ir žaliava	Degant susidaro daug CO ₂ dujų, taip pat išsiskiria SO ₂ , todėl rūgštėja lietūs
Gamtinės dujos	Švari energijos forma, neatsiranda rūgščiųjų lietu ir smogo	Degant išsiskiria labai daug CO ₂
Akmens anglys	Pigu, lengva išgauti ir transportuoti	Energijos šaltinis, kuris labiausiai teršia aplinką, išskiria daug dujų, skatinančių šiltnamio reiškinį

Energijos gamyba ir vartojimas kelia tokias aplinkos taršos problemas: visuotinis atšilimas (šiltnamio reiškinys), rūgštieji lietūs, susidaro smogas, išsilieja nafta. Būtina keisti požiūrį į energijos vartojimą, todėl pasaulyje domimasi alternatyviųjų energijos šaltinių plėtote. Tai vėjo, vandens, saulės energija, bioenergija (energija iš augalų ir gyvūnų).

Žmogaus veiklos įtaka anglies, azoto ir fosforo apytakai

Žmogus keičia įvairių elementų pernašos greitį, dirbtinai didina arba mažina kai kurių medžiagų kiekį biosferoje.

Dėl žmogaus veiklos CO_2 ore padaugėjo ne mažiau kaip 6 %. Pagrindinės priežastys, dėl kurių daugėja CO_2 , tai iškastinio kuro deginimas ir miškų naikinimas.

CO_2 prieaugis atmosferoje didina žemės ūkio augalų derlingumą, jeigu šie gauna papildomai vandens, trąšų, apdorojami pesticidais. Kai kurios papildomos priemonės didina aplinkos taršą.

Žmonių veikla labai paveikė azoto apytaką: iš dujinio azoto gaminant dirbtines trąšas, azoto fiksavimo greitis padidėjo beveik 2 kartus. Azoto kiekį ekosistemose didina ši žmogaus veikla: azoto oksidai, kurie patenka iš automobilių ir pramonės įmonių į orą, reaguoja su O_2 bei H_2O ir sudaro HNO_3 , rūgščiųjų kritulių šaltinį; azoto patenka į dirvožemį ir vandenį naudojant organines ir neorganines trąšas; azoto patenka į aplinką iš kanalizacijos įrenginių su buitinėmis atliekomis.

Fosfatų kiekį ekosistemose padidino ši žmogaus veikla: kalnakasybos pramonė, mineralinių trąšų, skalbimo priemonių gamyba.

Dideli azoto ir fosforo turinčių medžiagų kiekiai, patekę į vandens telkinius, sukelia eutrofikaciją, t. y. vandens telkinyje padaugėja organinių medžiagų, dėl kurių vanduo ima „žydėti“.

Vandens, oro ir dirvožemio taršos mažinimo būdai

Daugiausia orą teršia transportas, pramonė, energetika. Norint sumažinti oro taršą, reikia pramonės įmonių kaminuose įrengti filtrus, surenkančius kietąsias daleles; vietoj naftos ir anglių naudoti dujas ar kitą mažiau kenksmingą kurą; padidinti oro kiekį kuro ir oro mišinyje, kad kuras geriau sudegtų; automobilių vamzdžiuose įtaisyti katalizinius

reaktorius (keitiklius), kurie CO oksiduoja iki CO₂; kurti elektra varomus automobilius; naudoti alternatyvius energijos šaltinius.

Vandens telkinius teršia buitiniai ir maisto pramonės nutekamieji vandenys, srutos, nuo laukų nuplautos trąšos. Vandens taršai mažinti statomi modernūs valymo įrenginiai. Oro, vandens taršą reikia mažinti, nes ten esantys teršalai patenka ir į dirvą. Dirvožemiai yra teršiami pesticidais, todėl vienas iš taršos mažinimo būdų — kuo mažiau jų naudoti.

Bioindikatoriai kaip aplinkos užterštumo rodikliai

Norint įvertinti miesto, gyvenvietės užterštumą, gali padėti kai kurios augalų ir gyvūnų rūšys. Vienos rūšys teršalams jautrios, kitos — atsparios. Jos vadinamos **bioindikatoriais**. Jautrūs švarių vietų, o atsparūs — užterštų vietų indikatoriai.

Švariame vandenyje auga menturdumbliai (švaraus vandens bioindikatoriai). Lašalų ir apsiuvų lervos gyvena tik tuose vandens telkiniuose, kur yra daug O₂. Užteršus vandenį organinėmis medžiagomis, O₂ sumažėja. Užteršto vandens bioindikatoriai — siūliniai dumbliai, koli grupės bakterijos (*Escherichia coli*), kurios į vandenį patenka su išmatomis. Užterštų vandenų dumble randama tubifeksų — rausvų kirmėlaičių.

Oro užterštumui labai jautrios kerpės. Labai užterštoje aplinkoje medžių kamienai nekerpėja, beveik visos kerpės išnyksta. Užterštame ore paruduoja pušų spygliai, nudžiūsta viršūnės. Yra augalų, jautrių tam tikroms teršalų grupėms, pavyzdžiui, liucerna jautri CO₂ (lapeliuose atsiranda dėmių, pakinta lapų spalva). Kai kurios sojos pupelių rūšys jautrios ultravioletinių spindulių pertekliui.

Sliekai yra dirvožemio būklės bioindikatoriai. Jie gyvena tik švarioje derlingoje dirvoje.

Buitinės organinės atliekos kaip skaidytojų maistas

Buityje susidaro daug organinių atliekų — tai virtuvės atliekos, medžių lapai, mėšlas, šiaudai, pjuvenos. Pakliuvusios į dirvožemį organinės medžiagos ardomos ir naikinamos. Toks medžiagų išskaidymas į paprasčiausius junginius vadinamas **mineralizacija**. Šį darbą atlieka skaidytojai — paprastai tai būna įvairios bakterijos ir grybai. Iš organinių

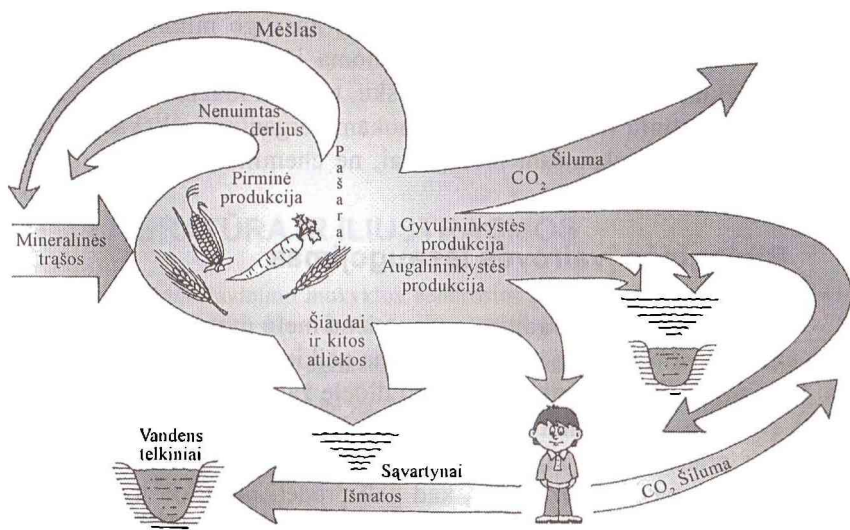
atliekų galima pagaminti vertingą trąšą — **kompostą** (pūdini). Buitinės organinės atliekos kraunamos į krūvas, kuriose skaidytojai organines medžiagas paverčia kompostu. Atliekų krūvą reikia aeruoti (perkasinėti), nuolat drėkinti. Po dviejų savaičių susidaro kompostas, kurį galima naudoti laukams tręšti, pažeistoms žemėms pagerinti. Komposte yra įvairių augalams reikalingų maisto medžiagų. Kompostavimas — puiki atliekų naudojimo forma.

Dirvos gyvūnai permala didelius kiekius nuokritų. Ypač aktyviai šį darbą atlieka sliškai. Jie ryja organinių atliekų ir žemių mišinį, kuris, perėjęs pro virškinamąjį traktą, tampa idealia terpe dirvos mikroorganizmams. Skaidytojai naudojami vandens valymui. Čia pagrindinį darbą atlieka bakterijos, dumbliai ir grybai. Pavyzdžiui, valkčiadumblis iš aplinkos gali imti gatavas organines medžiagas, ištirpusias vandenyje. Todėl jis su kitais vienląsčiais žaliaisiais dumbliais veisiamas valymo įrenginiuose. Tai biologinis valymo metodas, susijęs su mikroorganizmų gebėjimu skaidyti suspenduotas, koloidines ir ištirpusias organines medžiagas.

Organinės medžiagos į vandens telkinius patenka iš dirvožemio, žemės ūkio naudmenų, su nutekamaisiais vandenimis. Tai skatina mikroorganizmų ir dumblių augimą. Padidėjus mikroorganizmų kiekiui, sunaudojama daugiau O_2 , dėl to jo pradeda trūkti. Taigi į vandens telkinį patekus organinių atliekų, pakinta mikroorganizmų skaičius, jų rūšinė sudėtis ir O_2 koncentracija vandenyje. Mikroorganizmų padaugėja, O_2 mažėja.

Žemės ūkio ekosistemos ir gamtinės ekosistemos

Žemės ūkio ekosistemas (agroekosistemas) sukūrė žmogus, ir jos naudojamos žmogaus reikmėms. Agroekosistemą sudaro kultūriniai augalai, piktžolės, gyvūnija bei mikroorganizmai. Žemės ūkio ekosistemas pagal jų pobūdį galima skirstyti į ariamąsias žemes, kultūrines daugiameles pievas ir ganyklas, daugiamečių sodinių plantacijas. Pagrindiniai agroekosistemų producentai yra kultūriniai augalai, o gamtinėse ekosistemose jų funkciją atlieka natūraliai augantys augalai. Žemės ūkio ekosistemose kultūrinių augalų ir gyvūnų įvairovė maža, tuo tarpu gamtinėse ekosistemose ji kur kas didesnė. Agroekosistemos yra nestabilios: į jas veržiasi piktžolės, kenkėjai, ligų sukėlėjai. Naudojami pesticidai, agrotechnika, trąšos. Gamtinės ekosistemos yra stabilesnės, jose vykstanti kaita lėtesnė.



107 pav. Supaprastinta medžiagų ir energijos srautų žemės ūkyje schema.
Rodyklių plotis rodo apytikslį medžiagų ir energijos kiekį

Žemės ūkio ekosistemose galima stebėti tam tikrus medžiagų ir energijos srautų ypatumus. Schemoje esančios rodyklės rodo apytikslį medžiagų ir energijos srauto dydį. Taigi galima išskirti šiuos srautų ypatumus:

- visa agroekosistemų pirminė produkcija anksčiau ar vėliau virsta šiluma;
- didelė dalis medžiagų, sukaupiamų pirminėje produkcijoje, atgal į laukus nebegrįžta, todėl būtina naudoti įvairias trąšas.

Dirvos erozija

Erozija — tai vandens ir vėjo sukeltas dirvožemio paviršiaus sluoksnio irimas ir išnešiojimas. Ji vyksta visur, kur teka lietaus ar polaidžio vandens, dirvožemį veikia vėjas. Tai pagrindinė dirvožemio prastėjimo priežastis. Dirvos erozijos priežastis — naikinami, kertami miškai. Medžių šaknys sulaiko dirvožemį, todėl juos iškirtus didėja erozijos tikimybė, paviršinis dirvos sluoksnis gali būti iš dalies ar visiškai nuplautas, nupustytas.

Pagrindinis priemonių prieš eroziją tikslas — ją susilpninti arba visai sustabdyti, atkurti eroduotų žemių derlingumą. Eroziją mažina apsaugi-

niai želdynai, pylimai, terasos. Nuo erozijos apsaugo minimalus žemės dirbimas. Ten, kur dirvos eroduotos, siūloma iš viso atsisakyti arimo, įrengti ganyklas arba apsodinti žemę mišku, taip pat mažiau naudoti pesticidų ir mineralinių trąšų, o grąžinti laukams organines atliekas. Kovojant su kenkėjais, tinkamesni biologiniai, ne cheminiai būdai.

Biologinės įvairovės išsaugojimas

Biologinė įvairovė vadinama visų vienu metu gyvenančių skirtingų rūšių skaičius. Žmonės šią įvairovę mažina naikindami organizmų buveines. Pavyzdžiui, miškų naikinimas daro didelę žalą aplinkai: mažėja biologinė įvairovė, netenkama CO₂ vartotojų, kenkiama ekosistemoms, jas paverčiant pramoniniais rajonais.

Žmonių veikla pasiekė tokią ribą, kad gali pradėti masiškai nykti rūšys. Biologinės įvairovės sumažėjimas bus žalingas žmonijai, nes sumažės gamtos gėrybių: maisto, statybinių medžiagų, vaistažolių. Gamtosauga yra mokslas, tiriantis biologinę įvairovę ir numatantis tinkamiausius ekosistemų apsaugos būdus, naudingus visoms rūšims, taip pat ir žmogui.

LITERATŪRA IR ILIUSTRACIJOS

Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosios programos ir bendrojo išsilavinimo standartai: 11—12 klasė. www.pedagogika.lt/bps-biologija.doc.

2002 ir 2003 metų brandos egzaminų programa. Biologija. V., 2001.

K. Beitas ir kt. Bendroji biologija. Bendrosios biologijos vadovėlio priedas. K., 1990.

Biologija. Gyvūnai. Vadovėlis VIII klasei. K., 1992.

Bluzmanas P. ir kt. Augalų fiziologija. V., 1991.

Daulenskienė A. Biologija. Pratybų sąsiuvinis 11—12 klasei. I dalis. V., 2000.

Daulenskienė A. Biologija. Pratybų sąsiuvinis 11—12 klasei. IV dalis. V., 2001.

Hagen T., Grosvold L. Žvilgsnis į gamtą ir aplinką. Integruotas gamtos ir aplinkos mokslų vadovėlis 11—12 klasei. V., 2002.

Į pagalbą abiturientui. Biologija. V., 2000.

Kazickas P., Žilėnienė L. Biologija. Vadovėlis VIII klasei. V., 2000.

Korčiagina V. Biologija. Vadovėlis VII klasei. K., 1990.

Kučinskas V. Tu ir tavo genai. K., 1998.

Lekevičius E., Motiejūnienė E. ir kt. Ekologijos pagrindai X klasei. K., 1997.

Mačionis A. Stuburinių zoologija. V., 1989.

Mader S. S. Biologija. I knyga. V., 1999.

Mader S. S. Biologija. II knyga. V., 1999.

Matila R., Niubergas T. ir kt. Žmogaus biologija. 9 klasei. V., 1995.

Medicinos enciklopedija. 1 dalis. V., 1991.

Medicinos enciklopedija. 2 dalis. V., 1994.

Molienė L., Molis S. Žmogaus biologija ir sveikata. Vadovėlis IX klasei. K., 2000.

Pleijelis H. Knyga apie ekologiją. V., 1994.

Preys R. ir kt. Biologijos pagrindai. K., 2001.

Price G., Taylor J. Biologija. Vadovėlis 10 klasei. V., 1999.

- Polianskis J., Braunas A. ir kt.** Bendroji biologija. Vadovėlis 11—12 klasei. K., 1988.
- Račkauskas V.** Bendroji ekologija. V., 1991.
- Rančelis V.** Bendroji genetika. V., 1986.
- Raugalas J., Gižienė D.** Biologija. Pratybų sąsiuvinis IX—X klasei. I dalis. V., 2000.
- Sliusariovas A.** Biologija ir bendroji genetika. V., 1982.
- Spurgeon R.** Ekologija. K., 2000.
- Traitakas D. ir kt.** Biologija. Informacinė medžiaga. K., 1987.
- Urbanavičienė R., Ganusauskienė Z.** Biologijos ir chemijos integruotos užduotys XI—XII klasei. K., 2000.
- Žilėnienė L.** Bendroji biologija. V., 1995.

Serija „Egzaminui rengiuosi pats!“

Jolanta Martinionienė, Laima Lapinskaitė, Pranė Stankevičienė
AR MOKI BIOLOGIJĄ

Dailininkas *Norbertas Zovė*

Redaktorė *Danguolė Bartašiūnaitė*

Viršelį *Andriaus Morkeliūno*

Tir. 4000 egz. Leid. Nr. 15 388. Užsak. Nr. 3580.

Uždaroji akcinė bendrovė leidykla „Šviesa“, Vytauto pr. 25, LT-3000 Kaunas.

El. p. mail@sviesa.lt

Interneto puslapis <http://www.sviesa.lt>

Spausdino AB spaustuvė „Aušra“, Vytauto pr. 23, LT-3000 Kaunas.

El. p. ausra@ausra.lt

Interneto puslapis <http://www.ausra.lt>

Sutartinė kaina

Knyga skiriama mokiniams,
kurie laikys valstybinį ir mokyklinį
biologijos egzaminą. Ji parengta pagal
Nacionalinio egzaminų centro biologijos brandos
egzamino programą. Leidinio tikslas - padėti mokiniams
prisiminti ir apibendrinti biologijos dalyko žinias.
Čia pateikiama glausta medžiaga apie ląstelės
sandarą, cheminę sudėtį, pagrindines organizmų
funkcijas, jų genetiką, evoliuciją, įvairovę
bei ryšius su aplinka.

Kviečiame tapti „Alma littera“ knygų klubo nariu!

Mūsų adresas: Kirtimų g. 47, LT-2028 Vilnius
Nemokama telefono linija: 8 800 200 22
Telefonas: 85 264 97 80
Faksas: 85 264 97 90
El. paštas info@knyguklubas.lt
Interneto svetainė www.knyguklubas.lt

ISBN 5-430-03639-0

